PREIS
DM 1.20

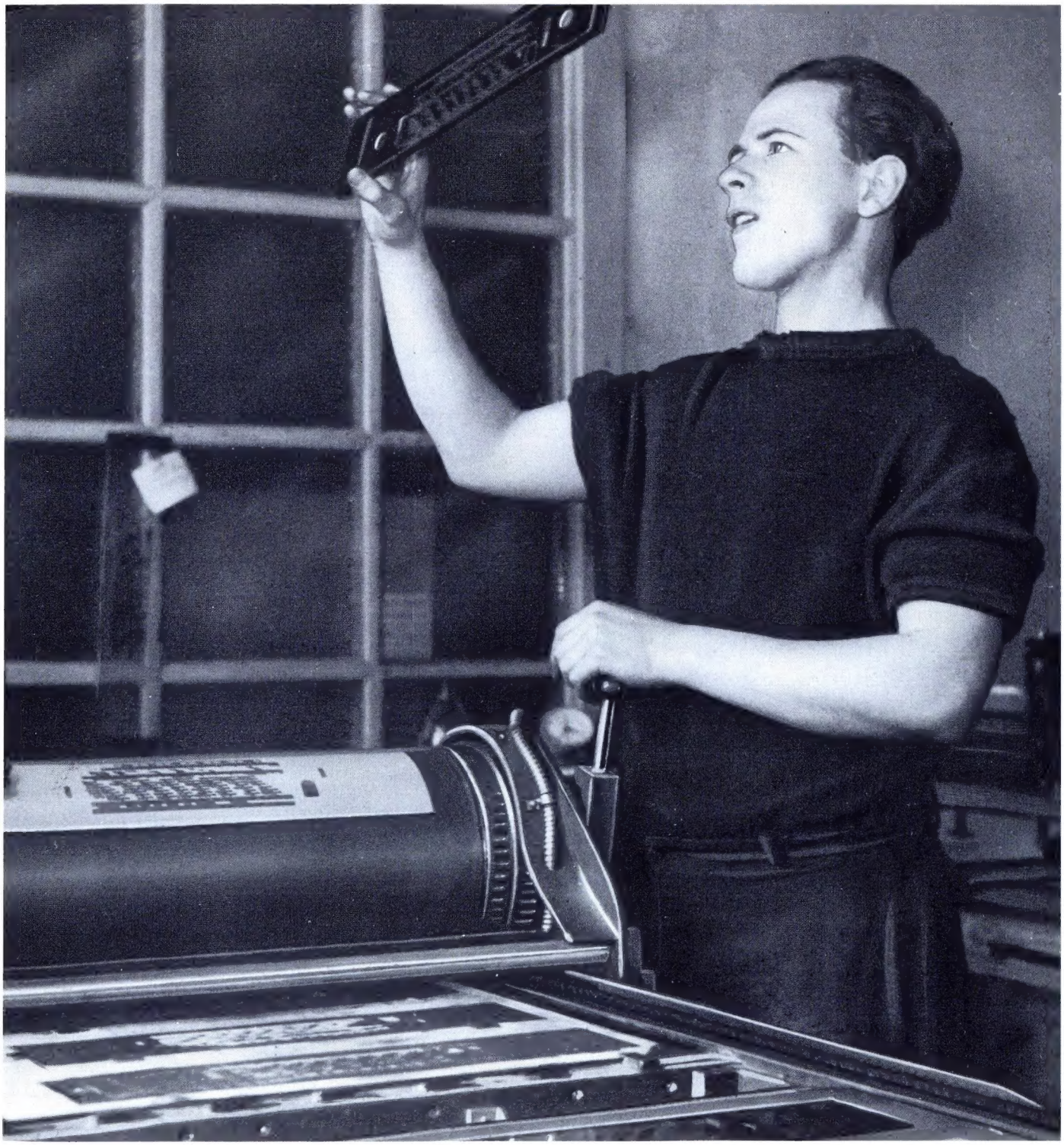
Postversandort München

Funkschau

INGENIEUR-AUSGABE

MIT FERNSEH-TECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR FUNKTECHNIKER · ERSCHEINT AM 5. UND 20. JEDEN MONATS



FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN-BERLIN

27. JAHRGANG
1. DEZEMBER-HEFT NR. 23 1955

FRANZIS-FACHBÜCHER ... *wertvolle Weihnachtsgeschenke*

Neuerscheinungen

ING. LUDWIG RATHEISER

Röhren-Handbuch

296 Seiten im Großformat 22 x 30 cm mit Plastik-Ringbindung. 2500 Bilder, 1400 Sockelschaltungen, 275 Röhrentafeln, 16 Tabellen. **Preis 24 DM.**
Nach Jahren wieder ein großes Ratheiser-Röhrenbuch!

DR. ADOLF RENARDY
Rundfunkmechanikermeister

Leitfaden der Radio-Reparatur

288 Seiten, 147 Bilder, 14 Tabellen. **In Ganzleinen 17 DM.**
Ein ganz modernes Reparatur-Handbuch, für jeden Techniker unentbehrlich.

DIPL.-ING. GEORG ROSE

Formelsammlung für den Radio-Praktiker

144 Seiten, 170 Bilder. **Kartoniert 4.20 DM, in Ganzleinen 5.60 DM.**
Ein Formel-Taschenbuch, wie es der Praktiker braucht, besonders für den Berufsschul-Unterricht geeignet.

Neuauflagen

DR. RUDOLF GOLDAMMER

Der Fernseh-Empfänger

2. stark erweiterte Auflage. 184 Seiten, 275 Bilder, 5 Tabellen. **In Ganzleinen 14 DM.**
In vielen Service-Kursen bewährt, nun auf die neueste Technik erweitert.

P. MARCUS

Kleine Fernsehempfangs-Praxis

2. Auflage. 192 Seiten, 189 Bilder (über 300 Einzelbilder), viele Tabellen. **In Ganzleinen 5.60 DM.**
Das beliebte Taschen-Lehrbuch der Fernsehtechnik, ohne Formeln, aber doch gründlich und erschöpfend.

DIPL.-ING. F. W. BEHN und WERNER W. DIEFENBACH

Die Kurzwellen

4. völlig neu bearbeitete und stark erweiterte Auflage. 256 Seiten, 337 Bilder, viele Tabellen. **In Ganzleinen 16 DM.**
Das große, in der Praxis bewährte Kurzwellenbuch für Amateure und Techniker.

ING. OTTO LIMANN

Funktechnik ohne Ballast

3. stark erweiterte Auflage, erscheint im Frühjahr 1956. Ca. 240 Seiten, 393 Bilder. **In Ganzleinen ca. 14 DM.**
Ein Lehr- und Handbuch, anschaulich, besonders reich bebildert, eines der besten Bücher unseres Verlages.

Bewährte Standardwerke

FERDINAND JACOBS

Lehrgang Radiotechnik

256 Seiten, 220 Bilder. **In Ganzleinen 6.80 DM.**
Der bewährte Radio-Lehrgang, ideal für Lernende und Studierende.

DIPL.-ING. W. HASSEL und ING. ERWIN BLEICHER

Trafo-Handbuch

288 Seiten, 158 Bilder, 24 Tafeln. **In Halbleinen 19.80 DM.**
Das für die Praxis bestimmte Handbuch der Netz- und Tonfrequenz-Transformatoren und Drosseln in Berechnung, Entwurf und Fertigung.

HELMUT SCHWEITZER

Röhren-Meßtechnik

192 Seiten, 118 Bilder. **Kartoniert 12 DM, in Halbleinen 13.80 DM.**
Das umfassende Handbuch über Röhrenmessungen jeder Art für Ingenieure, Werkstätten und Labors.

INGENIEUR HEINZ RICHTER

Hilfsbuch für Katodenstrahl-Oszillografie

2. Auflage. 220 Seiten, 176 Bilder, 79 Oszillogramme, 15 Tabellen. **Kartoniert 12 DM, in Halbleinen 13.80 DM.**
Die Anwendung des Oszillografen in Werkstatt und Labor, auf allen technischen Gebieten.

DR.-ING. FRITZ BERGTOLD

Moderne Schallplattentechnik

192 Seiten, 244 Bilder. **In Ganzleinen 5.60 DM.**
Ein Taschen-Lehrbuch der Schallplatten-Wiedergabe, umfassend und gründlich.

DR.-ING. HANS KNOBLOCH

Der Tonband-Amateur

88 Seiten, 25 Bilder. **In Folien-Einband 4.20 DM.**
Der Ratgeber für die Praxis mit dem Heimtongerät

Fachbücher sind Betriebsausgaben oder Werbekosten und steuerlich abzugsfähig · Für die meisten Bücher sind Prospekte erschienen; bitte fordern Sie diese an! · Bezug durch alle Buch- und zahlreiche Fachhandlungen und direkt vom

FRANZIS-VERLAG · MÜNCHEN 2 · LUISENSTRASSE 17

SAJA-TONBANDCHASSIS

FÜR JEDERMANN

Ein Schlager

der Großen Deutschen Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Ausstellung · Düsseldorf 1955

Preis DM **298.-**

SANDER & JANZEN, Berlin NW 87

METROFUNK NEUHEITEN

METROFUNK

ISOLIERTER STUTZPUNKT
(Messing-Lötstreifen in Bakelit-Preßmasse 31)

Best.-Nr. **014** Netto . . . je 100 Stck. DM **8.—**
ab 1000 Stck. . . . . je 100 Stck. DM **5.—**

GERÄTEBUCHSE
(Messingstifte verzinnt in Bakelit-Preßmasse 31)
für Gerätesteckeranschluß

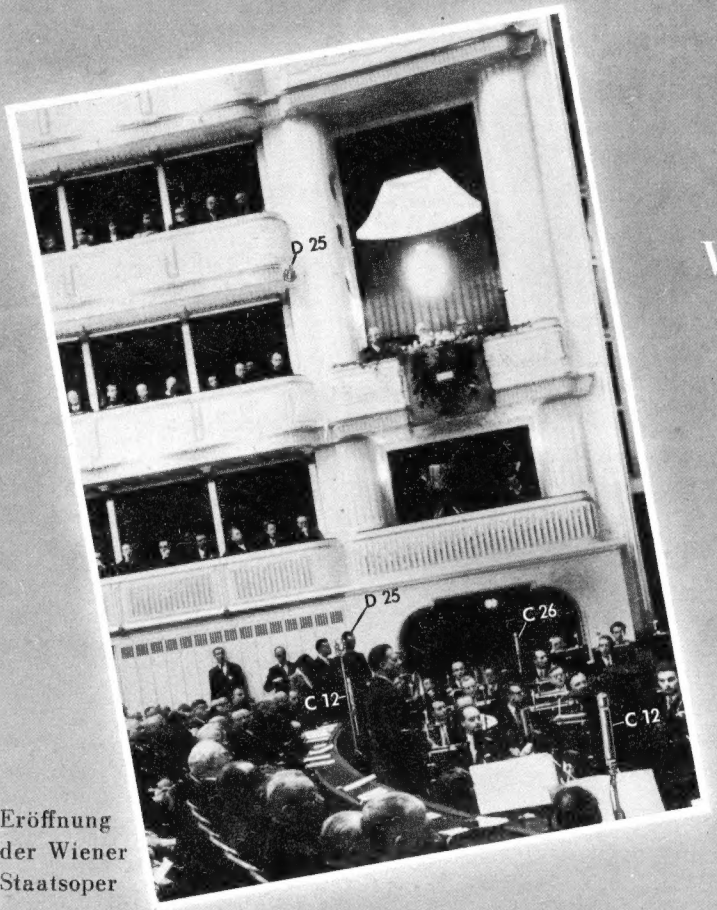
Best.-Nr. **023** Netto je Stck. DM **1.—**
ab 100 Stck. . . . je Stck. DM **0.65**

SCHRAUBSCHELLE
(Eisen, verkupfert und vernickelt)
zum Festklemmen von Leitungen mit 4 – 7 mm ⌀

Best.-Nr. **055** Netto je 100 Stck. DM **3.—**
ab 1000 Stck. . . . je 100 Stck. DM **2.—**

FUNK- UND FERNMELDETECHNIK FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG · METROFUNK

Sofort lieferbar durch
METROFUNK G.m.b.H.
Berlin W 35 (amerik. Sektor)
Potsdamer Straße 130 · Tel.: 24 38 44



Eröffnung der Wiener Staatsoper

In der

WIENER STAATSOPER

und im

WIENER BURGTHEATER

nur

AKG

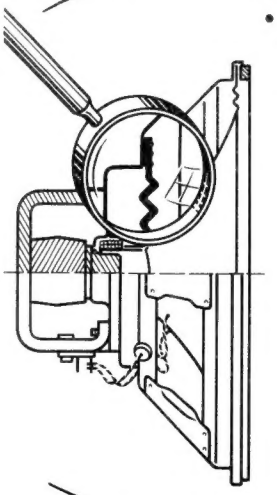
Mikrofone

D 25 dynam. Richtmikrofon
C 12 Kond.-Mikrofon mit veränderl. Richtcharakteristik
C 26 Kond.-Miniaturmikrofon mit Kugelcharakteristik

AKUSTISCHE- u. KINO-GERÄTE GMBH.
München 15 · Sonnenstraße 20 · Telefon 592519

WORAUF ES ANKOMMT...

ISOPHON Lautsprecher FÜR JEDEN VERWENDUNGSZWECK



❸ auf die Zentrierung

- Hauptaufgabe der Zentrierung ist es – wie schon ihr Name besagt – die Membrane zu zentrieren, d. h. dafür zu sorgen, daß die Schwingspule genau in der Mitte des Luftspaltes schwingt
- Aufgabe der Zentrierung ist aber auch, die Schwingungen der Membrane abzubremsen bzw. zu dämpfen
- Beides stellt große Anforderungen an eine gute Zentrierung, sowohl an Material, wie an Genauigkeit
- Um ihren Aufgaben gerecht zu werden, ist einmal eine gewisse Steifigkeit das Ideal, im übrigen wird dagegen Nachgiebigkeit verlangt
- ISOPHON-Zentrierungen vereinigen beide Forderungen in bestmöglicher Weise
- Sie werden gleich den Membranen unter denkbar größter Präzision hergestellt und
- ebenfalls wie Membranen imprägniert, um sie temperatur- und feuchtigkeitsunempfindlich zu machen

Weil es auf Präzision ankommt, fertigt ISOPHON seine Zentrierungen selbst.

ISOPHON E. FRITZ & CO. G. M. B. H. BERLIN-TEMPELHOF

Rundfunk-, Fernsehgeräte werden jetzt beim Kunden repariert, hierfür ist unentbehrlich der

ARLT SERVICE-RÖHRENPRÜFER

für die gebräuchlichsten und modernsten europäisch. und amerik. Röhren. (Kann jeder Techniker in der Aktentasche mitnehmen)

Neu!

Type „SR 1" (siehe Bild) mit Instrument . . . **DM 261.–**

Mit **„Type SR 2"** ohne Instrument kommen Sie noch billiger zu einem Röhrenprüfer. **Ihre** Vielfachinstrumente, z. B. Multavi, Multizet oder Metravo, können Sie mit „SR 2" zum Röhrenprüfen verwenden. Preis noch günstiger, **DM 232.–**

Vorteile unserer Röhrenprüfer: Schnelle Bedienung und einwandfreie Prüfergebnisse, leicht transportabel, (hat Platz in der Aktentasche) Gewicht **nur** 3,5 kg. Maße: 310 × 170 × 110 mm, geringer Anschaffungspreis, keine Prüfkarten erforderlich.

Röhrenliste **2.– DM** per Stück.

WICHTIG! Noch in diesem Jahr beim Finanzamt als Unkosten abzusetzen.

Bitte fordern Sie von uns ausführlichen Prospekt an!

ARLT-RADIO ELEKTRONIK Walter Arlt

Berlin-Neukölln, (Westsektor) Karl-Marx-Str. 27
Telefon: 601104 und 601105
Postscheck: Berlin-West 19737

Berlin-Charlottenburg, Kaiser-Friedrich-Str. 18
Telefon: 346604 und 346605

Düsseldorf, Friedrich-Str. 61a
Telefon: 80001
Postscheck: Essen 37336

JMPERIAL

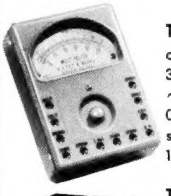
RUNDFUNKGERÄTE
MUSIKTRUHEN
mit
Breitschallwandsystem

Zauberhafter Klang

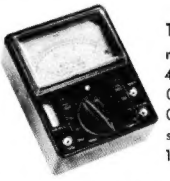
CONTINENTAL-RUNDFUNK · GMBH · OSTERODE (HARZ)

Universal-Meßinstrumente

Kleine handliche Form, besonders für Außenmontage und Labor geeignet. Mit 2 Prüfschnüren. Innenwiderstand 1000 Ω/V. Meßgenauigkeit ± 3%, Batterie 1½ V, Type Pertrix Nr. 254.



TYPE U 17
ohne Umschalt. 85x120x 35 mm, Meßbereiche = ~, 0/5/25/250/1000 V 0/1/10/100 mA, Widerstandsmeßber. 0 / 10 / 100 kΩ **DM 37.50**

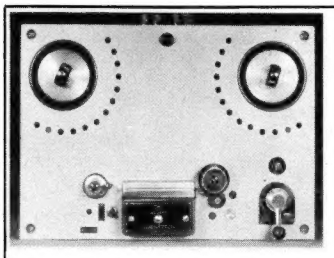


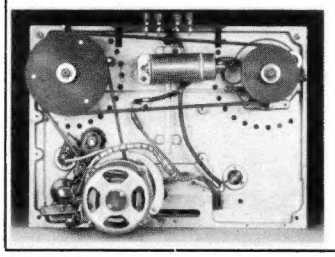
TYPE U 18
mit Umschalter 106x80x 40mm, Meßbereiche = ~ 0/15/75/300/750/3000 V 0/15/150/750 mA, Widerstandsmeßber. 0 / 10 / 100 kΩ **DM 48.–**

TYPE U 19, VIELFACHMESSINSTRUMENT
mit Spiegelskala für Gleich- und Wechselstrom, Eigenstromverbrauch 333 Ω/V, Meßbereiche: 0/1,5/6/30/150/300/600 V, 0/3/15/60 mA + 0,3/1,5/6 A **DM 69.50**

Versand per Nachnahme ab Lager Hirschau. Verlangen Sie meine ausführliche Lagerliste H 33. Preise rein netto. Lieferung an Institute, Labors, Fachschulen, Industrie und Fachhandel.

WERNER CONRAD · Hirschau/Opf. · F 12 · Ruf 222





VOLLMER
MAGNETTONGERÄTE

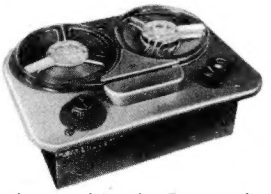
VOLLMER-Magnettonlaufwerk-Chassis MTG 9 CH, für 19 - 38 - 76 cm/sec. Bandgeschwindigkeit. 1000 m Bandteller, Synchronmotor, schneller Vorlauf. Mit und ohne Köpfe kurzfristig lieferbar.

EBERHARD VOLLMER
Eßlingen-Mettingen, Obertürkheimer Str. 23

Die Beschaffung elektrischer Meßinstrumente ist Vertrauenssache. Wir sind stets bemüht, unsere Fertigungseinrichtungen zu verfeinern, um unseren Kunden beste Instrumente liefern zu können. Ihre Anfrage verpflichtet uns zu größter Leistung.

WEIGAND
ERLANGEN/BAYERN

DIE GROSSE ÜBERRASCHUNG



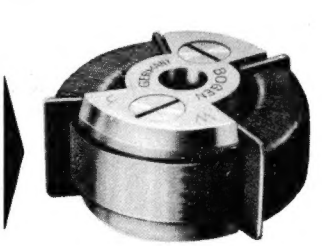
Tonbandgerät SAJA

Komplett anschlußfähiges Tonbandchassis für 220 V Wechselstrom mit international genormter Bandgeschwindigkeit 9,5 cm/sec, Doppelspur, Aussteuerungskontrolle durch magisches Auge für Aufnahmen aller Art mit einem für hochwertige Musikwiedergabe ausreichenden Frequenzbereich. An jedes Rundfunkgerät anzuschließen. Röhren: EF 804, ECC 81, EC 92, EM 71. Trockengleichrichter B 220 C 90, Germaniumdiode OA 150. Abmessungen: 34 x 25 x 12,5 cm. **DM 298.-**

Mit Tonband 2 x 45 Minuten und Kristall-Mikrofon	DM 339.50
Bei Barzahlung per Nachnahme frei Haus	DM 329.30
Mehrpreis bei Langspieltonband (2 x 60 Minuten)	DM 4.—
Mehrpreis bei dynamischem Mikrofon	DM 21.50

Auch auf Teilzahlung, Anzahlung DM 68.—, Rest bis zu 10 Monatsraten.

TEKA Weiden/Oberpfalz · Bahnhofstraße 237



Wir liefern für die Industrie, die Fernseh-, Funk- und Filmbranche in Normalausführung und Kleinstbauweise für Magnettonband, Magnetfilm, CinemaScope, für 8- und 16-mm-Schmalfilmmagnetton und alle anderen Anwendungsgebiete der magnetischen Schallaufzeichnungstechnik

MAGNETTON-RINGKÖPFE

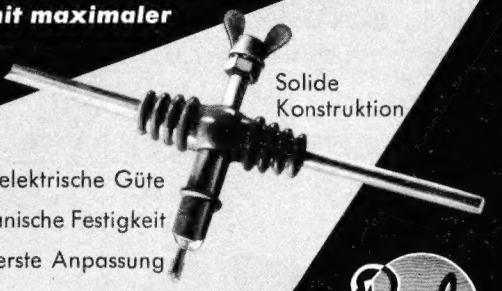
WOLFGANG H. W. BOGEN
Fabrikation hochwertiger Magnettonköpfe
Berlin-Lichterfelde West, Berner Str. 22

für die Schallplattenbar

- Dynamische Stielhörer für höchste Ansprüche
- Dynamische Mikrofone
- Miniatur-Übertrager
- Hochleistungs-Druckkammer-Lautsprecher

BEYER
HEILBRONN A. N. · BISMARCKSTR. 107

SK 600 *UKW- und Fernseh-Antennen mit maximaler Leistung*



Solide Konstruktion

Höchste elektrische Güte
Höchste mechanische Festigkeit
Sauberste Anpassung

INGENIEUR GERT LIBBERS
WALLAU/LAHN
Kreis Biedenkopf · Fernruf Biedenkopf 964

Rali

Der Sieg einer Idee

100 000

75 000

25 000

DER 100 000 ste KLEINFORM-SUPER

TELEFUNKEN Jubilate

hat in diesen Tagen unser Werk verlassen ● Ein bemerkenswertes Ereignis für die Marke TELEFUNKEN! Fachhandel und Kunden haben trotz der Vielfalt des Angebots erkannt:

TELEFUNKEN-EMPFÄNGER HABEN DAUERWERT!

- Sie sind fortschrittlich in der Konstruktion,
- sie entsprechen in der Form dem guten Geschmack,
- sie sind von gleichbleibender, bester Qualität,
- sie haben den Kundendienst eines Welthauses hinter sich.

Der Fachhandel findet angesichts dieser Vertrauens-Kundgebung erneut den Leitspruch bestätigt:

ZU TELEFUNKEN STEHEN HEISST SICHER GEHEN

TELE FUN KEN

Funkschau
MIT FERNSEH-TECHNIK
27. JAHRGANG
1. Dezember-Heft 1955 Nr. 23

Die FUNKSCHAU vereinigt mit dem RADIO-MAGAZIN

Heute können wir unseren Lesern eine wichtige Mitteilung machen: mit dem ersten Januar-Heft wird die FUNKSCHAU mit dem gleichfalls im Franzis-Verlag erscheinenden RADIO-MAGAZIN vereinigt, und außerdem hören die beiden sich nur durch die Beilagen unterscheidenden Ausgaben der FUNKSCHAU in der bisherigen Form zu bestehen auf. Es gibt in unserem Verlag in Zukunft nur noch e i n e Zeitschrift, die wir mit Recht als Universal-Ausgabe bezeichnen können, die

FUNKSCHAU
mit Fernseh-Technik, Schallplatte und Tonband
vereinigt mit dem RADIO-MAGAZIN

Der Gedanke der Vereinigung des RADIO-MAGAZIN mit der FUNKSCHAU ist nicht neu. Er wurde von uns mehrfach erwogen, aber immer wieder zurückgestellt, weil uns der richtige Zeitpunkt noch nicht gekommen schien. Wir faßten die Zusammenlegung für den Augenblick ins Auge, zu dem das Fernsehen in Deutschland sich endgültig durchgesetzt, das gesamte Bundesgebiet seine fast vollständige Fernseh-Versorgung erreicht hat und die Teilnehmer-Zahlen in eine entwicklungsmäßig vergleichbare Relation zu den Zahlen der Hörrundfunk-Teilnehmer treten. Dieser Zeitpunkt ist jetzt gekommen. Die vor uns liegenden Jahre verlangen nicht nur von Industrie und Handel, sondern auch von der Fachpresse eine weitgehende Rationalisierung. Wir leisten dazu einen entscheidenden Beitrag durch die Zusammenlegung unserer beiden Zeitschriften FUNKSCHAU und RADIO-MAGAZIN.

Durch die Zusammenlegung werden in der gesamten Organisation des Verlages Kräfte frei, die nun auf die eine Ausgabe konzentriert werden können und bei dieser eine e c h t e M e h r l e i s t u n g erbringen, ohne daß für die Mehrzahl der FUNKSCHAU-Leser, nämlich die Bezieher der Ingenieur-Ausgabe, die 75 % der gesamten Leserschaft ausmachen, eine Preiserhöhung damit verbunden wäre. Infolge der sich aus der Zusammenlegung ergebenden kräftigen Auflagen-Steigerung ist in Zukunft im Monat ein Mindest-Umfang von 80 Seiten möglich, was für die Leser der bisherigen Ingenieur-Auflage ein Plus von rund 10 % ausmacht. Die bisherigen Leser der gewöhnlichen Ausgabe müssen zwar je Nummer 20 Pfg. = 20 % mehr aufwenden, sie erhalten aber im Monat statt bisher 56 Seiten nunmehr 80 Seiten, d. h. um über 40 % mehr. Wenn wir auch wissen, daß die Mehrausgabe wehetut, so ist dies doch ein kleiner Betrag im Verhältnis zu dem, was wir an Mehr-Umfang bieten. Andererseits kann der Leser, der bisher beide Zeitschriften bezog, in Zukunft eine beachtliche Summe einsparen.

Unsere Leser werden bald spüren, daß die größere Leistung, die wir anstreben, aber nicht nur in dem Mehr an Seiten liegt, sondern auch im Inhalt. Zunächst ist festzustellen, daß der Mehr-Umfang in erster Linie der P r a x i s zugute kommt, sei es in Form von weiteren Konstruktionsseiten und Bauanleitungen, sei es in Form umfangreicherer Werkstatt-Praxis. Zu dem schon längere Zeit bestehenden Abkommen mit der „Österreichischen Radioschau" ist ein solches mit dem holländischen „Radio Bulletin" gekommen, das uns in die Lage setzt, die wertvollsten Entwicklungen dieser Zeitschrift, die über ein großes Labor verfügt, in der FUNKSCHAU zu veröffentlichen. Außerdem wird der Umfang der Eigen-Entwicklungen des FUNKSCHAU-Labors weiterhin zunehmen.

Aus dem RADIO-MAGAZIN werden manche beliebten und bewährten Einrichtungen übernommen, so insbesondere die umfassende Behandlung der Ela-Technik (Elektroakustik) mit der Schallplatten-, High-Fidelity- und Tonband-Technik, ein Arbeitsgebiet also, das bei allen Praktikern größtes Interesse findet, dsgl. die Nachrichten-Rubrik „Kurz und Ultrakurz", der Leserdienst, das Streitgespräch, die Titelgeschichte.

Um die Lektüre der FUNKSCHAU zu erleichtern, werden die bisherigen Beilagen „Schaltungssammmlung" und „Ingenieur-Beilage" in die FUNKSCHAU eingeschmolzen; wir bringen in jeder Nummer neben dem sehr umfangreichen Praktikerteil einige I n g e n i e u r - S e i t e n, die sich wohl durch eine andere Satzanordnung hervorheben, aber nicht besonders gezählt werden und deshalb beim Binden nicht herausgenommen werden müssen. Die Schaltungssammlung wird dahingehend umgestellt, daß nunmehr j e d e s Heft eine große Schaltung mit allen Werten veröffentlicht, sei es im Rahmen eines Geräte-Testes, sei es mit selbständiger Funktionsbeschreibung. Wer lückenlose Schaltbildfolgen wünscht, bekommt sie heute leicht von der Industrie; die Schaltungsveröffentlichungen der FUNKSCHAU können zahlenmäßig niemals vollständig sein, wohl aber sichert die neue Form Aktualität und allgemeines Interesse. Die Beilagen „Funktechnische Arbeitsblätter" und „Röhren - Dokumente" dagegen, die zu wertvollen Sammelwerken geworden sind, können auch in Zukunft in Spezial-Sammelmappen abgelegt werden.

Daß wir diese Gelegenheit benützen, um der FUNKSCHAU ein neues Gesicht und einen besseren Umschlag zu geben, daß wir sie in Zukunft in der modernsten Schrift, die für Fachzeitschriften und ähnliche Druckwerke geschaffen wurde, nämlich der Melior, drucken werden, sei nur am Rande erwähnt. Ebenso sei darauf hingewiesen, daß die Zusammenlegung der Blätter FUNKSCHAU und RADIO-MAGAZIN eine Auflage — über 40 000 Exemplare — entstehen läßt, die in Anbetracht der allgemein bekannten Werbewirkung unserer Organe zu einem noch vollständigeren und vielseitigeren Anzeigenteil als bisher führen dürfte. Gerade diese Auflagen-Erhöhung ermöglicht es uns, den Preis — bezogen auf die Ingenieur-Ausgabe — unverändert zu lassen; er beträgt 1.20 DM je Heft.

Die Zusammenlegung der FUNKSCHAU und des RADIO-MAGAZIN sowie die Umgestaltung der FUNKSCHAU gehen nicht zuletzt auf zahlreiche Vorschläge zurück, die uns aus der Leserschaft, mit der sich im Laufe der Jahre eine besonders enge Verbindung ergeben hat, zugegangen sind. Wir danken hiermit allen unseren Lesern, und wir geben die Versicherung ab, daß wir auch in Zukunft alles tun werden, um ihnen eine Fachzeitschrift zu bieten, die ihren Bedürfnissen und Wünschen so gut wie möglich entspricht. So wie die Technik weitergeht, müssen sich auch Form und Inhalt ihrer Fachzeitschriften ändern; das ist nun mit dem Übergang zu einer einheitlichen in ihren Leistungen beträchtlich gesteigerten Universal-Ausgabe der FUNKSCHAU geschehen.

Redaktion und Verlag der FUNKSCHAU

Aus dem Inhalt:

Das Neueste aus Radio- und Fernsehtechnik 510
Ein kleines neues Radargerät 510
Wie man einen Redner zum Verstummen bringt 511
Columbien bestellte sieben Rundfunkstationen in Deutschland 512
Die E 82 M — eine kommerzielle Abstimmanzeigeröhre 513
Fernsehempfang in Gebirgsorten 514
Fernseh-DX in Schweden 516
Anpassungsprobleme der Hf-Leitungstechnik und deren grafische Behandlung 517
Eine wärmebeständige und reißfeste Isolierfolie 520
Ein Tonbandgerät nach neuen Ideen 521
Hf-Widerstände und Rauschdioden 522
Die Lautsprechergruppe im Rundfunkempfänger 523
Neuzeitlicher Prüfgenerator und Frequenzwobbler 525
Ein Kondensatormikrofon für den anspruchsvollen Amateur 526
Raumton ohne Seitenlautsprecher 526
Transistor-Kleinempfänger 527
So schaltet man ein Vielfach-Instrument 528
Für den jungen Funktechniker:
22. Vektoren 531
Funktechnische Fachliteratur 532
Oszillografen für Forschung, Entwicklung, Fertigung und Service 534
Vorschläge für die Werkstattpraxis:
Erfahrungen beim Bau eines Blitzgerätes; Röhrenprüfung in Fernsehgeräten; Versagen des UKW-Bereiches; Kein Empfang beim Reisesuper 536
Die R 12-Reihe von Valvo 538
Kleinwerkzeug-Maschinen 539
Neuerungen / Werks-Veröffentlichungen 540
Röhren-Dokumente:
Nf-Pentode EF 86 Blatt 1 und 2
Bildröhre MW 43—64/69 Blatt 1 und 2

Die INGENIEUR-AUSGABE enthält außerdem:

Ingenieur-Beilage Nr. 9

Einfaches Meßverfahren für komplexe Widerstände
Durchführungskondensatoren (II)

Unser Titelbild: Geschmackvolle und saubere Skalen sind mitbestimmend für das Gesicht unserer Rundfunkempfänger. Sechs- bis zwölfmal muß eine Glasskala durch Druckmaschinen laufen, je nachdem, wieviel Farbeindrucke benötigt werden.
(Drucker an einer Flach-Offsetmaschine bei der Firma Bergmann-Skalen, Berlin)

DAS NEUESTE aus Radio- und Fernsehtechnik

Ein kleines neues Radargerät

Selbst Binnenschiffe und größere Motorboote lassen sich jetzt mit Radaranlagen ausrüsten, die kleiner, leichter und billiger sind, als die schweren Anlagen für Überseeschiffe.

Die technische Entwicklung des Schiffsradars ist erstaunlich. Während und nach dem Kriege waren Anlagen mit einhundert und noch mehr Röhren die Regel; die Umlaufantennen waren schwer und boten dem Wind große Angriffsflächen. Alles war sehr kompakt, gewichtig und teuer; eine große Schiffsanlage kostete noch vor einigen Jahren 60 000 DM. Inzwischen sind an Umfang, Gewicht und Preis verringerte Anlagen entwickelt worden, so daß Radar auch für Fahrzeuge in der Binnenschiff- und Küstenfahrt brauchbar wurde. Die nachstehend beschriebene Anlage RMD 30 — eine Konstruktion des französischen Laboratoriums Derveaux — wird von den Grundig Radio-Werken gebaut und kostet ungefähr 17 000 DM. Umfang und Reichweite des Gerätes stempeln es zum „Kleinschiffradar". Diese Eignung wurde bei der kürzlichen Vorführung im Hamburger Hafen geschickt bewiesen, als man zum Träger ein Kabinenmotorboot auswählte.

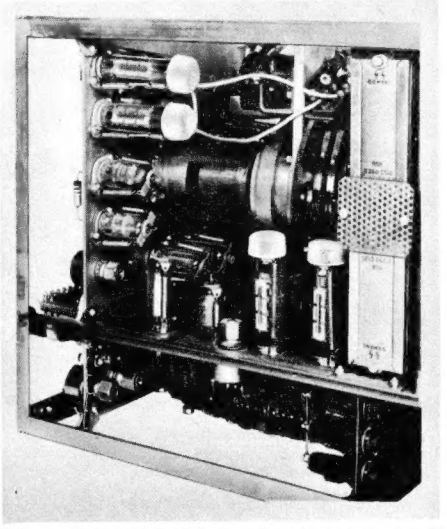


Bild 2. Teilausschnitt des Anzeigegerätes mit Ablenkteil

Aufbau

Die Anlage besteht nur noch aus zwei Einheiten. In der Regel wird mittschiffs auf einem Aufbau, einer Mastplattform etwa, die Drehantenne mit direkt angebautem Sender und Empfänger montiert **(Bild 1)**. Von hier führt ein Kabel mit 24 Adern + 4 Koaxial-Leitungen von 18 mm ⌀ (Fernseh-Kamerakabel) zum Anzeigegerät, das beliebig auf einem Tisch, einem Stativ, an der Wand oder an der Decke in einem geeigneten Raum der Brücke des Fahrzeuges montiert wird. Der Raumbedarf ist gering, denn die Abmessungen für Antennenspiegel mit Kasten für Sender-Empfänger betragen nur 94 cm Gesamthöhe bei einem Drehkreisdurchmesser von 125 cm. Das Anzeigegerät ist ohne Einblickmaske 30 cm breit, 34 cm hoch und 43 cm tief. Die technischen Daten:

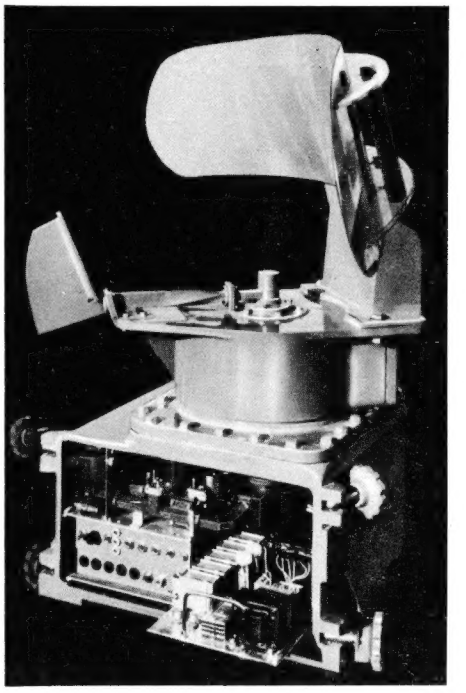


Bild 1. Das nur 94 cm hohe Gerät 1, bestehend aus Drehantenne mit Reflektor und dem geheizten Sockel mit Sender, Empfänger und Netzteil (halb herausgezogen)

Wellenlänge	3-cm-Band (9375 MHz ± 30 MHz)
Senderleistung	7 kW im Minimum (Impulsspitzenleistung)
Impulsdauer	im Nahbereich 0,18 µs, im Bereich 10 und 20 sm 0,36 µs
Impulswiederholerfrequenz	2000 Hz
Zwischenfrequenz	30 MHz
Bandbreite des Empfängers	7 MHz
Rauschabstand des Empfängers	12 dB
Antennenbündelung	horizontal 1,8°, vertikal 20°
Antennenumlauf	15/Minute
Windsicherheit	bis 75 Meilen Stundengeschwindigkeit des Windes
Nahauflösung	bis auf 35 m heran
Stromversorgung	115 Volt/400 Hz/400 VA, aus Umformer, der dem Bordnetz ungefähr 800 Watt entnimmt
Weitere Eigenschaften	automatische Frequenzkontrolle, Regen- bzw. Seegang-Enttrüber

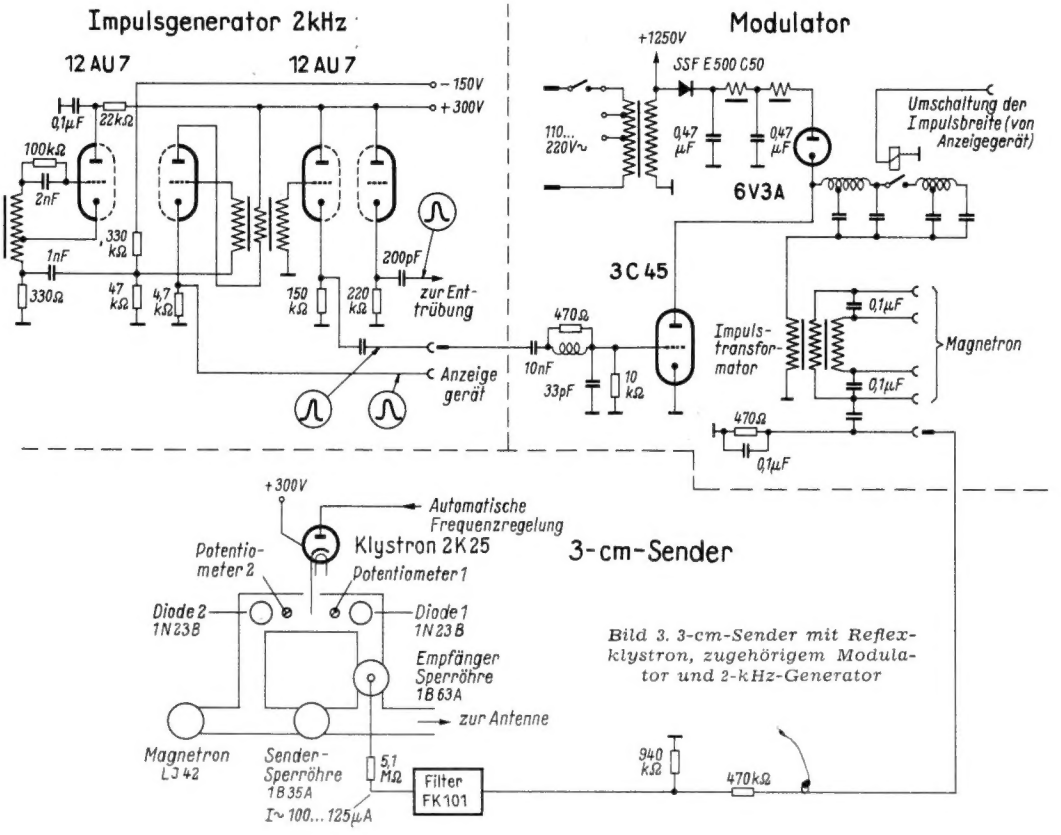


Bild 3. 3-cm-Sender mit Reflexklystron, zugehörigem Modulator und 2-kHz-Generator

Das Anzeigegerät enthält eine 17-cm-Bildröhre mit vorgesetzter Vergrößerungsoptik, so daß das Panoramabild auf 25 cm im Durchmesser ausgeweitet wird. Der Anzeigebereich kann auf 1/2,5/5/10 und 20 Meilen umgeschaltet werden, wobei Entfernungsringe (Festkreise) eine gute Schätzung der Strecke zwischen Fahrzeug und Objekt ermöglichen. Alle Bedienungsknöpfe für die Anlage sind rund um den Bildschirm angeordnet, so daß ein besonderes Bedienungspult entfällt. Für Prüfzwecke können die im Sender/Empfängergehäuse wasserdicht untergebrachten und durch eine Heizung ständig auf + 65° C gehaltenen Einsätze herausgezogen und mit Vielfachstecker direkt an das Anzeigegerät angeschlossen werden. Der Prüftechniker muß daher nicht oben im Freien und in der Nässe arbeiten, sondern unten im Raum auf der Brücke, in Wärme und Geborgenheit also.

Insgesamt enthält die Anlage 44 Röhren. Das ist das Minimum für derartige Geräte. **Bild 3** zeigt einen wichtigen Teil der Gesamtschaltung: Links der Impulsgenerator zur Erzeugung der Impulswiederholerfre-

quenz 2 kHz, dessen Ausgang einmal zum Modulator mit umschaltbarer Laufzeitkette (für die Umschaltung der Impulsdauer von 0,18 auf 0,35 Mikrosekunden) führt, dann zum „Enttrüber", einer Schaltung zur Versteilerung der aufgenommenen Reflexim-pulse im Zwischenfrequenzverstärker, so daß die Konturen der Ziele bei Regen schärfer hervortreten — und schließlich zum Anzeigegerät. Der 3-cm-Sender mit Reflexklystron und Magnetron (beides Raytheon, USA), in Hohlrohrtechnik aufgebaut, wird durch die Kurzzeitimpulse 2000mal je Sekunde zur Abgabe eines „Leistungsstoßes" von min. 7 kW an den Antennendipol angeregt.

Die Antennendrehung erfolgt übrigens durch einen Elektromotor, sie kann während der Anzeige unterbrochen werden, ist aber nicht umkehrbar, so daß man einen bestimmten Sektor nicht periodisch durchfahren kann, wie es bei den großen Anlagen möglich ist. Die von den Meßobjekten in der Umgebung der Radaranlage zurückgeworfenen Energiebeträge werden von der gleichen Antenne aufgenommen und in den Sendepausen der Mischdiode am Eingang des siebenstufigen Zf-Verstärkers zugeführt. Es entsteht eine Zwischenfrequenz von 30 MHz, die am Ausgang des Zf-Verstärkers gleichgerichtet und dem Videoverstärker und Begrenzer übergeben wird. Weitere Schaltungsteile sind der erwähnte „Enttrüber" für die Konturenschärfung, ein Diskriminator für die Frequenznachsteuerung mit fünf Röhren und

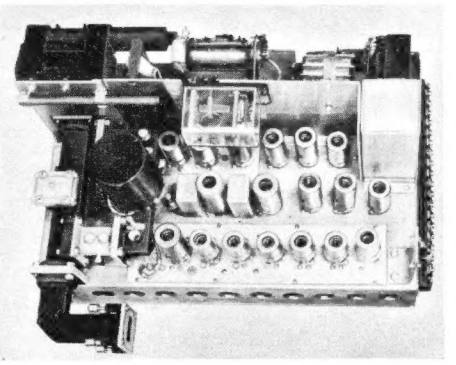


Bild 4. Haupteinschub in Gerät 1. Links oben Magnetron 2J42 mit Hohlrohrleitung zur Antenne, ganz unten der Zf-Verstärker mit sieben Röhren

das ebenfalls mit fünf Röhren bestückte Ablenkteil für die Sichtröhre. Dazu treten die röhrenstabilisierten Netzteile und die Hochspannungserzeugung (7000 V) für die Bildröhre 7 ABP 7 (DuMont), Kurslinien- und Entfernungsringerzeuger sowie die Eichvorrichtung mit 3 Doppeltrioden.

Bei dieser Anlage ist, wie bei allen Bord-Radargeräten überhaupt, größter Wert auf mechanisch robuste, feuchtigkeitsdichte und seewasserfeste Konstruktion gelegt. Sie entspricht den JAN- und NATO-Vorschriften. K. T.

DAS NEUESTE

Wie man einen Redner zum Verstummen bringt...

Diese Schaltung bringt Sprachsendungen zum Schweigen. Gegen gesungene Werbetexte hilft allerdings nur der viel billigere Ausschalter.

Das Programm der 3260 US-amerikanischen Rundfunkstationen auf Mittel- und Ultrakurzwellen wird zum größten Teil von der Werbung treibenden Wirtschaft bezahlt und entsprechend gestaltet. Wie sich solche Werbeprogramme in der Regel zusammensetzen, wissen unsere süddeutschen Leser und die Hörer von Radio Bremen und in Berlin zur Genüge: es ist ein Gemisch von Werbedurchsagen und freundlicher Musik. Schon häufig hat der amerikanische Rundfunkhörer sich einen automatischen Schalter gewünscht, der bei Sprachdurchsagen den Empfänger verstummen läßt. Obwohl eine solche Vorrichtung nicht im Sinne der Werbungstreibenden und der Sender ist, hat die Firma Vocatrol, Cambridge/Mass. einen entsprechenden Zusatz für Rundfunkempfänger gebaut.

Ein derartiges Gerät muß den Unterschied zwischen Musik und Sprache herausfinden und darauf ansprechen. Nun besteht zum Glück zwischen dem Musik- und Sprach-Nf-Pegel im Rundfunkgerät tatsächlich eine erhebliche Differenz. Beiden sind zwar rasche Anstiege der Pegel gemeinsam, dagegen ist der Pegelabfall bei Sprache weitaus rascher als bei Musik und tritt zudem häufiger auf. Die Dauer solcher „Täler" liegt im Durchschnitt bei 50 ms.

In **Bild 2** ist das Blockschaltbild und in **Bild 1** die Originalschaltung des 5-Röhren-Zusatzes angegeben. Das Prinzip ist sehr einfach. Man speist die Schaltung mit Niederfrequenz von der 1. Nf-Stufe des Empfängers — und an ihrem Ende steht, sobald Sprache übertragen wird, eine negative Sperrspannung zur Verfügung, die einer passenden Stelle des Empfängers — etwa 2. Nf- oder Endstufe — zugeführt wird. Natürlich darf die erste Nf-Stufe oder eine davor liegende Empfängerstufe keinesfalls beeinflußt werden — denn das Programm muß ja dem Zusatz stets unverändert angeboten werden.

V 1 bildet zusammen mit den beiden gitterseitig und anodenseitig angeordneten RC-Netzwerken ein selektives Filter; es läßt die Vokale besser als die Silben-Zischlaute und bestimmte Nebengeräusche durch, die geeignet sind, die Tiefe der Pegeleinbrüche einzuebnen. Das auf diese Weise vorbehandelte und verstärkte Signal wird von der Diode V 2 A gleichgerichtet. Die erhaltene Gleichspannung ist ein Maß für den Signalpegel. Die Filterung wirkt sich so aus, daß die Ausgangsspannung genau den raschen Lautstärkeeinbrüchen der Sprache folgt, aber von Impulsspitzen, wie sie von Luftstörungen hervorgerufen werden, nicht beeinflußt wird.

Der sich anschließende logarithmische Verstärker V 3 A liefert eine den Pegelschwankungen proportionale Verstärkung ohne Rücksicht auf die Höhe des Pegels selbst. Das heißt: ein 24-dB-Abfall ergibt eine doppelte Ausgangsspannung gegenüber einem 12-dB-Abfall.

Das nun folgende Differenzier-Netzwerk bis zur Anode der Diode V 2 B besitzt eine solche Zeitkonstante, daß die rapiden Pegeländerungen der Sprache nicht beeinflußt werden, dagegen unterliegen die langsameren Pegeländerungen, die der Musik eigentümlich sind, einer erheblichen Abschwächung. Am Ausgang dieser Stufe stehen schnelle Pegeleinbrüche als positive und schnelle Pegelerhöhungen als negative Impulse. Nun muß aber noch verhindert werden, daß jenen raschen Pegeländerungen geringer Amplitude gefolgt wird, wie sie auch mancher Musik eigentümlich sind. Daher ist V 2 B als Schwellwertdiode geschaltet; sie versperrt den soeben erwähnten raschen Pegeländerungen geringer Amplitude den Weg. Passieren können nur noch positive Impulse mit einer Amplitude, die die Schwellenspannung überwindet.

Diese kann von außen eingestellt werden, denn irgendwie muß der Schaltung eine Hilfe geboten werden, anderenfalls würde man sie überfordern. Wie sollte sie auch entscheiden, wenn das Programm aus dem in Amerika häufig zu hörenden Sprechgesang mit leiser Musik besteht? Nicht immer sind ja die Unterschiede so eindeutig wie zwischen der ausgeprägten Sprache eines Versammlungsredners und Sinfoniemusik. Daher kann mit dem 1-MΩ-Potentiometer das Gitter des nun folgenden Impulsverstärkers V 4 A geregelt werden. Dessen Ausgang liegt über die Diode V 4 B an einer Gedächtnis-Kapazität von 2 µF, die durch die Diode rasch auf-, durch einen Hochohmwiderstand aber langsam entladen wird. Die Höhe der Kondensatorladung hängt stets von Amplitude und Frequenz der Impulse der jeweils letzten Sekunden ab und ist ein Maß für den spracheähnlichen Charakter der Sendung.

V 3 B dient als Gleichspannungsverstärker für die Ladung des Kondensators und speist den die Sperrspannung liefernden Multivibrator V 5.

In der praktischen Ausführung der Schaltung ist das Ganze als Adapter aufgebaut, der nach Entfernen einer Nf-Röhre in deren Sockel gesteckt wird. Für diese Röhre ist im Adapter ein Sockel mit entsprechenden Anschlüssen vorgesehen. K. T.

(„Automatic Music-Speech Discriminator Silences Speaker" von J. Roth, Electronics, August 1955).

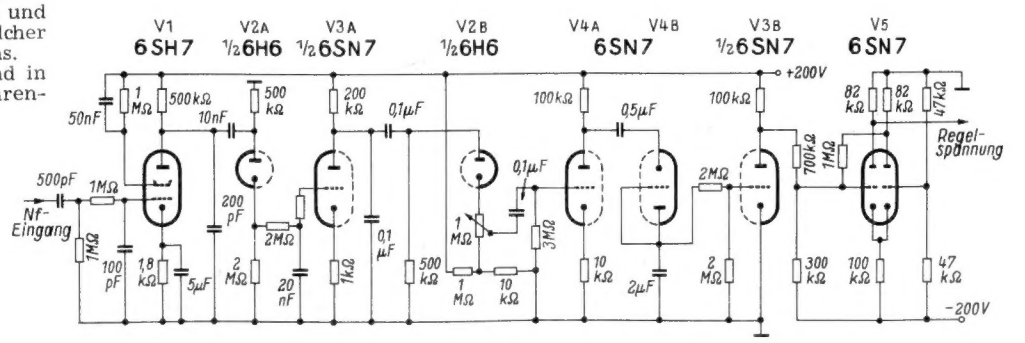


Bild 1. Schaltung des Zusatzgerätes; wie man sieht, ist der Aufwand nicht unerheblich — alles wegen der Reklame ...

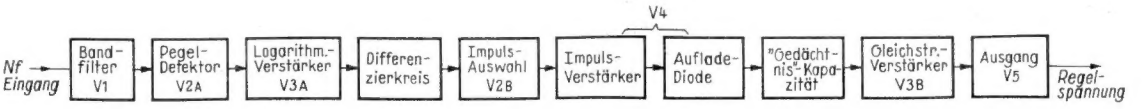
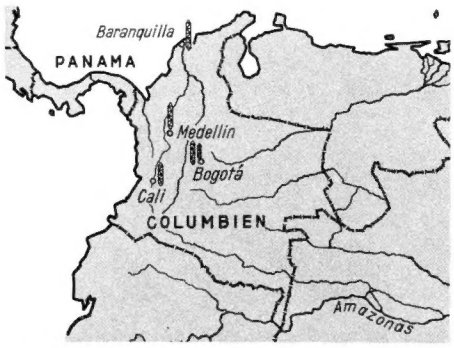


Bild 2. Blockschaltung des Sprachsendungen auslöschenden automatischen Schalters

DAS NEUESTE

Columbien bestellte sieben Rundfunkstationen in Deutschland

Wirtschaftsnöte haben bisweilen ihr Gutes. Sie können Leistung, Organisation und Arbeitseifer konzentrieren und komprimieren — so, wie es die alte Reichshauptstadt Berlin auf einem der wichtigsten Teilgebiete der Hf-Technik bezeugt. Wer wüßte schon, daß dort, gestützt auf eine treue Mannschaft bewährter Fachleute, der deutsche Senderbau seine eigentliche Heimstatt hat? Es sind die Entwicklungs- und Fertigungsstätten von Lorenz und Siemens, von Telefunken und — des östlichen Funkwerks Köpenick, aus denen Sender aller Art „Made in Germany" ihren Weg ins In- und Ausland nehmen.



Columbien erhält jetzt ein staatliches Rundfunknetz. Die Sender baut Telefunken

In einem langgestreckten, hell in die graue Großstadtstraße leuchtenden Flachbau im Nordwesten der Stadt stehen gerade in diesen Tagen und Wochen zahlreiche Sendeeinrichtungen vor der Fertigstellung. Telefunken benutzte die Gelegenheit, sie einem interessierten Kreise auf den Prüfständen vorzuführen. Man sah vor allem eine der beiden neuen 100-kW-Kurzwellenanlagen, die als letzte Großtat des NWDR für die „Deutsche Welle" in Jülich erstellt werden. Ihre bemerkenswerte Neuerung ist die Verdampfungskühlung, eine zwar längst bekannte, jetzt aber erst zufriedenstellend durchkonstruierte Vervollkommnung. Das Prinzip dieser „Einkreiskühlung": Wasser fließt an der Anode vorbei, erhitzt sich und verdampft, läuft über einen Kondensator, wird abgekühlt und strömt zur Anode zurück. Es kann auf diesem Wege für andere Zwecke genutzt werden, so etwa zur Beheizung des Stationshauses. — Ein 50-kW-Mittelwellensender ist für Columbiens Hauptstadt Bogota bestimmt. Er wurde, zusammen mit sechs weiteren Stationen, von der staatlichen Rundfunkgesellschaft Radio Nacional bestellt, die damit neben den kommerziellen Sendebetrieben stärker in Erscheinung tritt. Von diesen Kurzwellen-Stationen werden zwei je 100 kW, zwei je 50 kW und ein Mittelwellensender 20 kW Leistung erhalten. Alle Anlagen werden komplett mit Antennensystemen von deutschen Ingenieuren errichtet. Nach Syrien wird ein 5-kW-Mittelwellensender geliefert, einige 10-kW-Fernsehsender für das Band III werden vermutlich im Rahmen laufender Verhandlungen ebenfalls ausgeführt werden können.

Ein Blick auf die sonstige Fertigung zeigte nicht minder interessante Anlagen und Geräte spezielleren Charakters. Da gab es das ausgezeichnete Flughafen-Rundsicht-Radar, sog. Sichtgeräte für „ASR-3", 400-W-Gw-KW-Sender für kombinierten Telegrafie-, Telefonie-, Rundfunk- und Fernschreibbetrieb, die eine Zweifach-Ausnutzung des Kanals (z. B. für Telefonie und Fernschreiben) selbst im Überseedienst zulassen, und UKW-mobile Sender und Empfänger für den kommerziellen Weitverkehr. Für die Debeg, ein Tochterunternehmen Telefunkens, ist eine größere Anzahl von Schiffssendern in der Abnahmeprüfung. Hierbei handelt es sich um 70-W-Gw-Sender, 300-W-MW-Sender, 375-W-KW-Sender sowie um 80-W-Notsender für 500 kHz, die sämtlich für Schiffe in- und ausländischer Reedereien bestimmt sind.

Für die Funktechnik Deutschlands und insbesondere Berlins stellen diese Aufträge, die ja größtenteils aus dem Ausland kommen, eine hohe Anerkennung dar. Dementsprechend verläuft auch die Prüfung der Anlagen und Geräte: Sie ist bei den Rundfunkstationen auf Dauer und Höchstleistung ausgelegt und setzt für 1 Stunde 100 % Modulation — normal sind etwa 40 % — fest. Telefunkens Erfahrungen auf diesem Fertigungsgebiet sind groß. Bisher wurden über 100 Rundfunksender ausgeliefert, von denen die 100-kW-Station Königswusterhausen (1946) und der 300-kW-Doppelsender RIAS-Berlin (1953) besondere Beachtung verdienen. Insgesamt beschäftigt das Unternehmen jetzt 15 000 Personen, davon 6000 allein in Berlin. BHK

Neue deutsche Fernsehsender

Die Inbetriebnahme des neuen Fernseh-Großsenders auf dem Hohen Bopser bei Stuttgart am 29. Oktober hat den Versorgungsbereich noch über das berechnete Maß hinaus erweitert. Die Anlage strahlt mit 100/20 kW in Kanal 11.

Die Inbetriebnahme des gleichstarken Fernsehsenders auf dem Torfhaus im Harz (Sender „Harz-West"), den der NWDR errichtet, hängt von der Wetterlage ab. Mitte November waren die Sendeanlagen aufgestellt und der 200 m hohe Stahlrohrmast mit Aufsatz fertig: lediglich die Antennenmontage konnte noch nicht beendet werden (Kanal 10).

Auf der Baustelle des Fernsehsenders Feldberg/Schwarzwald (Kanal 8, effektive Leistung 100/20 kW) wurde am 9. November planmäßig das Richtfest für die Gebäude und den 40 m hohen Turm gefeiert.

Fernsehumsetzer Aalen

Seitdem der Fernsehsender Stuttgart auf dem Fernsehturm am Hohen Bopser arbeitet, ist auch der bisher im Versuchsbetrieb laufende Fernsehsender Aalen auf Kanal 8 mit einer Strahlungsleistung von 400 Watt in regelmäßigen Betrieb übernommen worden. Der Sender arbeitet mit einer Richtstrahlantenne in Richtung West-Süd-West.

Fernsender Bremen/Oldenburg erst im Frühjahr

Ein Besuch auf der Baustelle des Fernseh-Großsenders Bremen / Oldenburg (100/20 kW eff. Leistung, Kanal 2) bei Steinkimmen, südlich der Straße Delmenhorst—Olldenburg, ließ erkennen, daß die Inbetriebnahme nicht vor dem zeitigen Frühjahr 1956 erwartet werden darf. Mitte November hatte der Rohrmast mit 2 m Durchmesser erst eine Höhe von 150 m erreicht (Gesamthöhe einschließlich UKW- und Fernsehantennen 295,75 m — und damit das höchste Bauwerk der Bundesrepublik). Auch die Gebäude waren noch nicht fertig. Voraussichtlich wird zu Weihnachten der UKW-Sendebetrieb mit einem Behelfsmast von 30 m Höhe aufgenommen werden. Nach Fertigstellung werden von Steinkimmen aus zwei UKW-Programme mit jeweils 100 kW eff. Leistung und das Fernsehprogramm verbreitet werden; der Mittelwellensender bleibt in seinem alten Standort Oldenburg-Etzhorn.

Der erste Farbfernsehsender der Welt

Am 15. April 1956 wird die amerikanische Rundfunkgesellschaft NBC ihre Fernsehstation WNBQ, Chicago, nur noch als Farbfernsehsender betreiben. Diese Programme, mit 100 kW eff. Leistung in Kanal 5 verbreitet, sollen die etwas stagnierende Farbfernsehentwicklung kräftig unterstützen.

UKW in Finnland

Finnland liegt bezüglich seines UKW-Ausbaues an dritter Stelle in Europa nach der Bundesrepublik und Italien. Zur Zeit sind 15 Sender in Betrieb und fünf weitere in Bau. Die Verbreitung von AM/FM-Empfängern ist jedoch noch ungenügend, erst 15% der Rundfunkteilnehmer können UKW abhören.

Fernsehen auf einem Flugzeugträger

Der neueste und größte englische Flugzeugträger, Ark Royal, besitzt ein ausgedehntes Fernsehübertragungsnetz mit 61-cm-Empfängern in Dienst- und Unterkunftsräumen. An einigen Punkten der Ringleitung können Fernsehkameras angeschlossen werden, so daß die Anlage nicht nur für Unterhaltungszwecke — soweit sich der Träger innerhalb der Reichweite eines Fernsehsenders befindet — sondern auch für dienstliche Übertragungen, etwa Lagebesprechungen, benutzt werden kann.

182 Export-Rundfunkgerätetypen!

Auf einem festlichen Empfang für Bremer Wirtschaftskreise und Wirtschaftsjournalisten aus dem Bundesgebiet in Bremen erklärte der Verkaufsleiter der Graetz KG, Hans Schürer, daß das Fertigungsprogramm seiner Firma nicht weniger als 182 Typen von Export-Rundfunkgeräten enthält. Sie gehen zwar auf eine relativ geringe Anzahl von Grundtypen zurück — zählt man aber alle Variationen, dann ergibt sich die genannte Typenzahl, die für eine ausreichende Belieferung aller Märkte der Welt unerläßlich ist. Einschließlich Petromax-Erzeugnisse exportiert Graetz 46% der Gesamtproduktion.

Fuba im neuen Werk

Die Antennenfabrik Fuba, Hans Kolbe & Co., nahm am 4. Jahrestag ihres Bestehens ein neues, sehr modernes Werkgebäude in Bad Salzdetfurth bei Hildesheim in Betrieb.

FUNKSCHAU
Zeitschrift für Funktechniker

Herausgegeben vom
FRANZIS-VERLAG MÜNCHEN
Verlag der G. Franz'schen Buchdruckerei G. Emil Mayer
Verlagsleitung: Erich Schwandt
Redaktion: Otto Limann, Karl Tetzner und Fritz Kühne
Anzeigenleiter u. stellvertretender Verlagsleiter: Paul Walde

Erscheint zweimal monatlich, und zwar am 5. und 20. eines jeden Monats. **Zu beziehen** durch den Buch- und Zeitschriftenhandel, unmittelbar vom Verlag und durch die Post.

Monats-Bezugspreis für die **gewöhnliche Ausgabe** DM 2.— (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzüglich 6 Pfg. Zustellgebühr; für die **Ingenieur-Ausgabe** DM 2.40 (einschl. Postzeitungsgebühr) zuzügl. 6 Pfg. Zustellgebühr. Preis des Einzelheftes der gewöhnlichen Ausgabe 1.— DM, der Ing.-Ausgabe 1.20 DM.

Redaktion, Vertrieb u. Anzeigenverwaltung: Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17. — Fernruf: 5 16 25/26/27. — Postscheckkonto München 57 58.

Hamburger Redaktion: Hamburg-Bramfeld, Erbsenkamp 22a — Fernruf 63 79 64.

Berliner Geschäftsstelle: Berlin-Friedenau, Grazer Damm 155. — Fernruf 71 67 68 — Postscheckkonto: Berlin-West Nr. 622 66.

Verantwortlich für den Textteil: Ing. Otto Limann; für den Anzeigenteil: Paul Walde, München. — Anzeigenpreise n. Preisl. Nr. 7.

Verantwortlich für die Österreich-Ausgabe: Ing. Ludwig Ratheiser, Wien.

Auslandsvertretungen: Belgien: De Internationale Pers, Berchem-Antwerpen, Cogels-Osy-Lei 40. — Niederlande: De Muiderkring, Bussum, Nijverheidswerf 19-21. — Österreich: Verlag Ing. Walter Erb, Wien VI, Mariahilfer Straße 71. — Saar: Ludwig Schubert. Buchhandlung, Neunkirchen (Saar), Stummstr. 15. — Schweiz: Verlag H. Thali & Cie., Hitzkirch (Luzern).

Alleiniges Nachdrucksrecht, auch auszugsweise, für Österreich wurde Herrn Ingenieur Ludwig Ratheiser, Wien, übertragen.

Druck: G. Franz'sche Buchdruckerei G. Emil Mayer, (13 b) München 2, Luisenstr. 17. Fernsprecher: 5 16 25. Die FUNKSCHAU ist der IVW angeschlossen.

Radio- und Fernseh-Fernkurse
System FRANZIS-SCHWAN
für den FUNKSCHAU-Leser herausgegeben
Prospekte und Muster-Lehrbrief durch die Fernkurs-Abt. des Franzis-Verlages, München 2, Luisenstr. 17

Studien-Beginn jederzeit - ohne Berufsbehinderung. Für FUNKSCHAU-Leser ermäßigte Kursgebühren. Rund 3 DM monatlich und wöchentlich einige Stunden fleißige Arbeit bringen Sie im Beruf voran

Die E 82 M - eine kommerzielle Abstimmanzeigeröhre

Mit dieser Röhre erhält der Meßtechniker ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zum Nullabgleich von Meßbrücken, für Aussteuerungsmesser usw.

Bereits seit langem besteht Bedarf an einer Anzeigeröhre, ähnlich den bekannten Magischen Augen, jedoch sollten Zuverlässigkeit und Lebensdauer dieser Röhre so groß sein, daß sie sich für kommerzielle Geräte eignet. Deshalb wurde für diesen Zweck von V a l v o die Anzeige-Doppeltriode E 82 M entwickelt **(Bild 1)**. Diese Röhre, die in der roten Reihe (lange Lebensdauer, hohe Zuverlässigkeit, Schüttelfestigkeit, enge Toleranzen) geführt wird, läßt sich z. B. als Nullindikator in Brückenschaltungen verwenden. Sie gestattet ferner die optische Aussteuerungsanzeige der Modulation in Kleinsendern oder Tonaufnahmegeräten, und sie ist auch zur Abstimmanzeige in kommerziellen FM-Empfängern geeignet. Außerdem läßt sich die Röhre in Flip-Flop-Schaltungen mit einer oberen Grenzfrequenz von mehr als 500 kHz betreiben. Dabei ist das jeweils stromführende Triodensystem durch die Leuchtschirmanzeige eindeutig gekennzeichnet. Diese vielseitigen Aufgaben können durch geeignet geschnittene Schablonen, die vor den Leuchtschirm der Röhre gesetzt werden, noch wesentlich erweitert werden. Die Leuchtschirmsubstanz ist im Innern der Röhre unmittelbar auf dem zylindrischen Teil des Glaskolbens angebracht und besitzt eine sehr hohe Lebensdauer, so daß weder ein Einbrennen noch ein vorzeitiges Nachlassen der Leuchtstärke zu befürchten ist, ferner bilden sich auch bei Betrieb mit niedrigen Anodenspannungen keine dunklen Flecken auf dem Leuchtschirm.

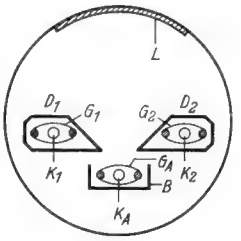


Bild 4. Die Ablenkelektroden D_1 und D_2 aus Bild 2 sind zu Triodensystemen erweitert, um die Ablenkempfindlichkeit zu erhöhen

Systemaufbau und Wirkungsweise

Bild 2 zeigt das Prinzip des Anzeigesystems. Es besteht aus einer Katode K_A. Sie ist von einem Raumladegitter G_A umgeben und an einer Seite durch eine Blende B abgeschlossen. Von der Katode geht ein Elektronenstrahlbündel aus, das mit der Breite a auf den Leuchtschirm L trifft. Rechts und links vom Elektronenstrahl befinden sich die beiden Steuerelemente D_1 und D_2. Je nach den daran liegenden Spannungen U_1 und U_2 wird entweder die Breite oder die Richtung des Elektronenstrahles geändert.

Die Strahlbreite a hängt von der Summe der Spannungen $U_1 + U_2$ ab. Ist $U_1 = U_2$, dann verläuft der Strahl geradeaus. Sind U_1 und U_2 verschieden groß, so wird der Strahl außerdem seitlich abgelenkt, und zwar je nach dem Vorzeichen nach rechts oder links. Auf diese Weise kann also die Richtung einer Verstimmung angezeigt werden, eine Eigenschaft, die den bisherigen einfachen Magischen Augen fehlte.

Das Schema einer bisherigen einfachen Abstimmanzeigeröhre für Rundfunkzwecke zeigt **Bild 3**. Hier wurden die gleichen Bezeichnungen gewählt wie in Bild 2. Würde man das Strahlsystem direkt an der Ablenkelektrode D steuern, dann benötigte man eine sehr hohe Steuerspannung. Deshalb baut man in den Röhrenkolben gleich eine Verstärkertriode mit der Katode K, dem Gitter G und der Anode A ein. Dabei wird die Anode A innerhalb der Röhre mit der Ablenkelektrode D verbunden.

Bei der Röhre E 82 M wurden, ebenfalls um die Steuerspannung zu verstärken, die Ablenkelektroden D zu zwei Triodensystemen ausgebaut. Damit ergibt sich der Röhrengrundriß **Bild 4**. Die Katoden K_1 und K_2 sitzen innerhalb der Ovalgitter G_1 und G_2. Die Anoden entsprechen hier unmittelbar den Steuerelementen D_1 und D_2. Sie umgeben in Kastenform die jeweiligen Triodensysteme, damit die Elektronen dieser Hilfssysteme nicht ebenfalls auf den Leuchtschirm L gelangen und Fehlanzeigen bewirken.

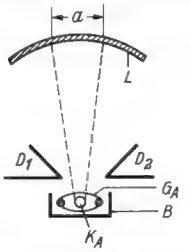


Bild 2. Schematische Darstellung des Elektrodensystems

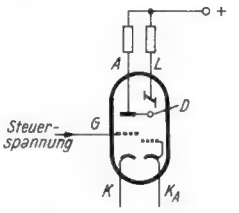


Bild 3. Prinzipschaltung der bisherigen Anzeigeröhren

Bild 7 zeigt nun das Prinzipschaltbild der gesamten Anzeigeröhre für eine Kompensationsschaltung. Die Verstärkersysteme arbeiten mit gemeinsamem Katodenwiderstand R_k, aber mit getrennten Anodenwiderständen. Die Meßspannungen U_1 und U_2 werden an die Gitter der Verstärkertrioden angelegt. U_b ist die Anodenspannung und U_h eine Hilfsspannung, die die Katode K_1, K_2 negativ vorspannt. Würde man die Katode direkt an Masse legen, dann ändert sich mit den Anzeigespannungen auch der Arbeitspunkt der Trioden und damit die Leuchtfleckbreite. Um dies zu verhindern, wird die negative Hilfsspannung $-U_h$ eingeführt. Bei richtig gewählten Widerständen und Spannungen ändert sich die Kompensationsspannung an R_k im gleichen Sinne wie die den Gittern zugeführten Meßspannungen. Die absolute Größe der Meßspannung hat dadurch geringen Einfluß auf die Anzeige, jedoch wirkt sich die Differenz der Meßspannungen voll aus. — Das Anzeigegitter G_A und die in Bild 7 nicht besonders dargestellte Blende B sind innerhalb der Röhre miteinander verbunden.

Die Anzeigefelder werden durch Schablonen begrenzt

Das Leuchtfeld L der Röhre bildet eine durchgehende Fläche auf dem Röhrenkolben. Durch außen auf dem Kolben anzuordnende Schablonen oder Masken werden die eigentlichen Anzeigefelder gekennzeichnet. Eine solche Schablone kann aus Blech

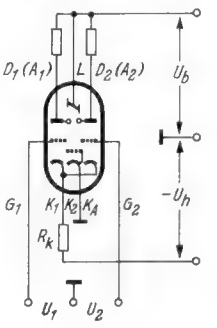


Bild 7. Kompensationsschaltung für die Anzeigeröhre E 82 M

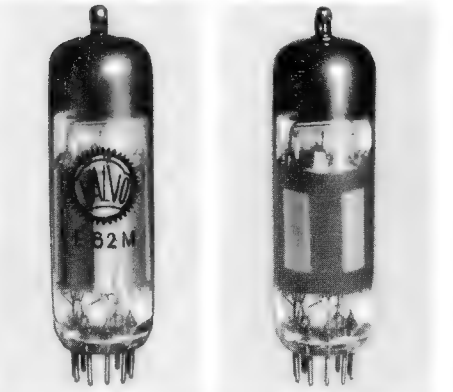
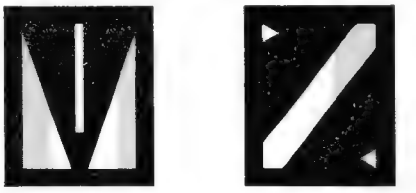


Bild 1. Valvo-Abstimmanzeigeröhre E 82 M für Meßzwecke; rechts Anzeigeseite mit einer aufgemalten Maske für die Verwendung in einer Flip-Flop-Schaltung, bei der jeweils nur das rechte oder linke Feld aufleuchtet

bestehen oder mit Farbe auf dem Röhrenkolben selbst angebracht werden. Eine Blechmaske besitzt den Vorteil, daß sich damit die Nullmarke beliebig justieren läßt. Der Maskenausschnitt wird dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt. Für Brückenschaltungen und Abgleichzwecke hat sich die in **Bild 5** dargestellte Maske als zweckmäßig erwiesen. Der rechteckförmige Leuchtfleck der Röhre wird damit für das Auge soweit ausgeblendet, daß nur zwei Dreiecke und ein Streifen in der Mitte sichtbar bleiben. In Nullstellung sind die beiden leuchtenden Dreiecke gleich groß, während bei Verstimmungen wie in Bild 5 das eine Dreieck größer wird als das andere. Der mittlere Streifen bleibt bei nicht allzu starker Auslenkung dauernd beleuchtet und dient so zur Anzeige der Betriebsbereitschaft des Instrumentes. Durch mehr oder weniger schräge Kanten der Dreiecke in der Ablenkschablone kann man die Ableseempfindlichkeit erhöhen Durch einen kurvenförmigen Verlauf der Begrenzungskante läßt sich sogar die Ablesemöglichkeit nach einer gewünschten nichtlinearen Funktion beeinflussen.

Für Aussteuerungsmesser, z. B. in Tonaufnahmegeräten, ist eine Schablone nach **Bild 6** geeignet. Für richtige Aussteuerung ist z. B. das linke Dreieck stets hell zu halten, das rechte hingegen dunkel. Der dazwischen liegende Schrägstreifen kann mit



Links: Bild 5. Leuchtschirmmaske (schwarz) für die Verwendung in Brückenschaltungen; das weiße Leuchtfeld ist infolge Verstimmung nach rechts ausgewandert. An den schrägen Kanten der Maske lassen sich sehr geringe Unterschiede in der Höhe der leuchtenden Dreiecke gut erkennen

Rechts: Bild 6. Leuchtschirmmaske für die Verwendung in Aussteuerungsanzeigern; je nach dem Grad der Aussteuerung wandert das weiße Feld in dem Diagonalschlitz nach oben. Das Aufleuchten des rechten Dreiecks zeigt Übersteuerung an

einer Skala versehen werden und wird entsprechend der Amplitude mehr oder weniger ausgeleuchtet. Bei dieser Schaltung wird nur eine Verstärkertriode benutzt, um eine Amplitudenanzeige zu erhalten.

Anwendungen

Für die Röhre E 82 M ergeben sich recht zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. So kann sie vorteilhaft an Stelle von Galvano-

metern in Meßbrückenschaltungen verwendet werden. Im Gegensatz zu den bisherigen einfachen Abstimmanzeigeröhren wird dabei auch die Richtung der Verstimmung mit angezeigt und so die Meßzeit erheblich verkürzt, weil man sofort erkennt, ob man die Brücke nach größeren oder kleineren Werten zu abgleichen muß. **Bild 8** zeigt die Prinzipschaltung für die Verwendung in einer Meßbrücke. Man erkennt die Verwandschaft der Schaltung zu Bild 7. Bemerkenswert ist, daß die Röhre in dieser Schaltung mit Wechselstrom gespeist wird. Der Schaltmittelaufwand ist dadurch ungewöhnlich gering und im Vergleich zu Zeigergalvanometern ergibt sich damit eine billige Anzeigemöglichkeit, die Röhre kann zudem durch Überlastung nicht beschädigt werden.

Die Röhre kann ferner als Sollspannungsmesser dienen, indem der einen Triode die Normalspannung, der anderen die Meßspannung zugeführt wird. Die Schaltung wird so eingestellt, daß die Spannungsabweichungen der Meßspannung gegenüber der Normalspannung gut an einer geeigneten Maske angezeigt werden.

Die beiden Triodensysteme der E 82 M können auch als monostabiler Multivibrator (Flip-Flop) geschaltet werden. Am Ausschlag des Leuchtzeigers ist dabei unmittelbar zu erkennen, ob das rechte oder

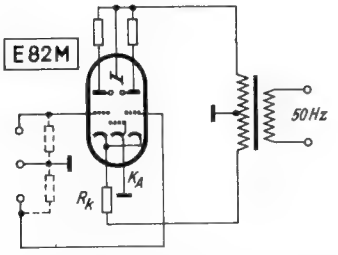


Bild 8. Prinzipschaltung für Nullanzeige in einer Meßbrücke; die Röhre kann mit Wechselspannungen betrieben werden

linke System geschaltet hat. Bild 1 rechts gibt an, wie hierfür die Masken auf dem Leuchtschirm anzuordnen sind. Wird das Gitter des einen Systems mit Impulsen gesteuert, dann kann man an der Anode des zweiten Systems eine Impulsreihe für eine weitere gleichartig aufgebaute Stufe entnehmen, die dann mit der halben Generatorfrequenz kippt. Man erhält so Untersetzerschaltungen mit Anzeigemöglichkeiten für Zählgeräte usw. — Die Verwendung als Aussteuerungsmesser wurde bereits besprochen. Man arbeitet hierbei mit der Maske nach Bild 6.

Endlich ermöglicht die neue Röhre in hochwertigen kommerziellen FM-Empfängern eine genaue und resonanzscharfe Abstimmanzeige. Bei den bisherigen Abstimmanzeigeröhren wurde die an Punkt 3 gegen Erde liegende, durch ein Minimum laufende Spannung an das Gitter der Abstimmanzeigeröhre gelegt **(Bild 9)**. Die zu-

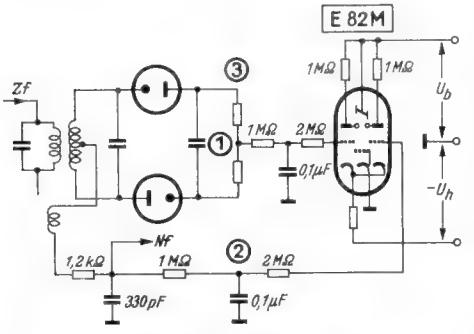


Bild 9. Ratiodetektor mit Abstimmanzeige durch eine Röhre E 82 M

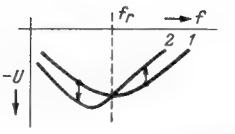


Bild 10. Verlauf der Anzeigespannungen bei einem Ratiodetektor zwischen den Punkten 1 und 2 in Bild 10. Die beiden Pfeile stellen die Differenzspannungen und damit die Breite der Leuchtfelder rechts und links dar. Bei Fehlabstimmung ändern sich die Breiten sehr stark

gehörige Resonanzkurve verläuft aber sehr flach, und die Abstimmgenauigkeit ist dadurch nicht sehr groß. Bei der Röhre E 82 M dagegen wird die Spannungsdifferenz zwischen den Punkten 1 und 2 des Ratiofilters zur Anzeige verwendet. Man verbindet beide Punkte über ein Siebglied mit den Gittern der Anzeigeröhre und erhält bei richtiger Abstimmung ein symmetrisches Bild. **Bild 10** zeigt den Verlauf der Spannungsdifferenz 1—2 im Ratiodetektor. Im Resonanzfall ist die Spannungsänderung sehr steil und erlaubt eine genaue Abstimmanzeige. Für die Verwendung in Rundfunkempfängern gelten jedoch die Ausführungen nach [2]. Infolge der gegenüber kommerziellen Empfängern weiteren Toleranzen für Frequenzkonstanz, des Oszillators und Eigenschaften des Ratiodetektors würde hier die Einführung einer FM-Abstimmröhre keinen Gewinn bedeuten Die Röhre E 82 M ist daher vorwiegend für die Meßtechnik und für kommerzielle Geräte bestimmt.

Schrifttum

[1] H. te Gude und E. Schaaff, Abstimmanzeigeröhre für die Meßtechnik, Mitteilung aus dem Entwicklungslaboratorium der Valvo GmbH.

[2] Um die FM-Abstimmanzeigeröhre, FUNKSCHAU 1953, Heft 17, Seite 339.

Fernsehempfang in Gebirgsorten

Bekanntlich ist der Fernsehempfang in gebirgigem Gelände oft mit besonderen Schwierigkeiten verbunden. Dies gilt vor allem auch in den meisten Orten entlang der Kette der bayerischen Alpen für den Empfang des Fernsehsenders Wendelstein. Da die Alpentäler vorwiegend in Nord-Südrichtung verlaufen, besteht fast nirgendwo direkte Einstrahlung, infolgedessen sind in den Talorten oft nur geringe Feldstärken und starke Reflexionen vorhanden. An den Antennenbauer werden damit große Anforderungen gestellt. Meistens ist der Empfang überhaupt nur mit einer sorgfältig errichteten Antennenanlage möglich.

Ausbreitungsbedingungen

Im allgemeinen lassen sich die Ausbreitungsbedingungen im Gebirge dadurch beschreiben, daß nur ein gebeugter Strahl vom Sender zur Empfangsantenne gelangen

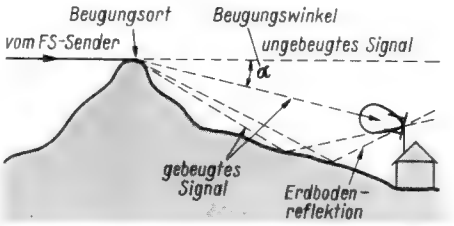


Bild 1. Reflexion und Beugung beim Fernseh-Empfang in Gebirgstälern

kann **(Bild 1)**. Gleichzeitig treten an umliegenden Bergen Reflexionen auf, welche am Empfangsort oft mit gleichen Amplituden wie der (gebeugte) direkte Strahl einfallen. Damit ergibt sich für die Empfangseigenschaften der Antenne die Bedingung, daß neben einem hohen Gewinn auch eine große Richtwirkung vorhanden sein muß. Glücklicherweise gehen beide Eigenschaften bei den meisten Antennenkonstruktionen Hand in Hand, so daß es durchaus nicht unmöglich ist, Gewinn und Richtwirkung in ausreichendem Maße zu erhöhen, sofern dem dafür erforderlichen Aufwand keine allzu engen Grenzen gesetzt werden.

Gewinn

Bei zahlreichen Empfangsversuchen, welche mit einem Meßwagen der Firma A. Kathrein in verschiedenen Gebirgsorten unternommen wurden, zeigte es sich, das bei der hohen Empfindlichkeit moderner Fernseh-Empfänger auch mit relativ geringen Feldstärken von etwa 100 µV/m noch ausreichende Empfangsspannungen erzielt werden können. Der dafür erforderliche Antennengewinn von 12 bis 15 dB läßt sich auch ohne allzu hohen Aufwand erreichen. Allerdings sind dafür sogenannte Großflächen-Antennen zweckmäßig, welche aus mehreren Einzelantennen und unter Verwendung geeigneter Anpassungsschaltungen aufgebaut werden. Auf Grund der bei diesen Empfangsversuchen gewonnenen Erfahrungen wurden einige Sonderformen bei Kathrein entwickelt, welche sich bald auch andernorts bewährt hatten **(Bild 6)**.

Horizontale Richtwirkung

Schwieriger ist es jedoch, die erforderliche Richtwirkung zu erzielen. In ungünstigen Lagen erwies es sich als notwendig, den horizontalen Öffnungswinkel bis auf weniger als 20° zu verringern. Oft ist auch das Vor-Rückverhältnis üblicher Antennen nicht ausreichend genug, um rückwärtige Reflexionseinstrahlungen zu unterdrücken. Im ungünstigsten Fall kann z. B. die Feldstärke einer solchen Reflexion etwa in der gleichen Größenordnung wie der Hauptempfangsstrahl liegen. Zur ausreichenden Unterdrückung von Störungen soll beim Fernseh-Empfang mindestens ein Amplitudenunterschied von etwa 1 : 40 vorhanden sein. Dies würde — bei gleicher Feldstärke — auch ein Vor-Rück-Verhältnis in gleicher Höhe erfordern. Das Vor-Rück-Verhältnis normaler Antennen-Konstruktionen erreicht im Mittel nicht mehr als 1 : 20, höhere Werte sind meist nur bei einer Frequenz und nicht über die gesamte Kanalbreite erzielbar. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die Kennwerte von Antennen im praktischen Betrieb infolge von Umgebungseinflüssen von den Katalogwerten mehr oder weniger stark abweichen können, da diese unter möglichst idealen Bedingungen in einer reflexionsfreien Umgebung gemessen werden. Übrigens erwiesen sich breitbandige Antennenformen als weniger anfällig für solche Umgebungseinflüsse, weshalb auch mit Reflektorwand-Antennen oft gleich günstige Resultate erzielt wurden, als etwa mit einer scharf abgestimmten Vieldirektoren-Ausführung.

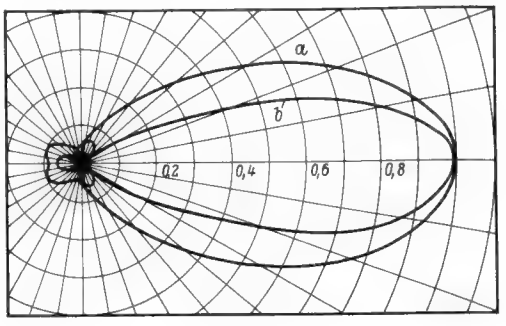


Bild 2. Horizontal-Richtdiagramm für die Antenne Typ Kathrein-Maxima; a = einfach, b = zweifach nebeneinander im Abstand 0,75λ

Als günstigste Lösung zur Erhöhung der Richtwirkung empfahl sich die Nebeneinanderordnung von zwei gleichen Antennen. Während die damit erzielbare Gewinnzunahme „nur" etwa 3 dB beträgt, läßt sich der horizontale Öffnungswinkel bis auf mehr als die Hälfte des Wertes für eine Antenne einengen. **Bild 2** zeigt als Beispiel dafür das Horizontal-Richtdiagramm für Antennen des Typs „Kathrein Maxima" in ein- und zweifacher Anordnung. Noch größere Einengungen der „Hauptkeule" ergeben sich übrigens, wenn der seitliche Abstand größer als $\lambda/2$ gewählt wird. Dabei entstehen allerdings auch sogenannte „Nebenkeulen" im Richtdiagramm und dementsprechend mehrere Nullstellen **(Bild 3)**. Diese Nullstellen lassen sich auch sehr günstig zur Auslöschung von Reflexionsstrahlen aus der Richtung des Hauptstrahlers ausnützen. Im **Bild 5** ist die Änderung des Hauptempfangswinkels (zwischen den ersten Nullstellen) als Funktion des seitlichen Antennenabstandes aufgetragen. (Der Öffnungswinkel ist stets geringer als der Hauptempfangswinkel.) Bei einem Antennenabstand von einer Wellenlänge ergibt sich somit bereits ein Hauptempfangswinkel von 60°, was für die meisten Zwecke als ausreichend angesehen werden kann.

Vertikale Richtwirkung

Besondere Beachtung verdient auch die vertikale Richtwirkung der Fernseh-Antenne. Während jedoch in bezug auf die horizontale Richtung eine möglichst scharfe Bündelung angestrebt wird, kann die vertikale Richtwirkung etwa einer Vierebenen-Antenne oft unerwünscht groß sein. Dies gilt vor allem dann, wenn der Beugungswinkel im Bild 1 größer als der vertikale Öffnungswinkel der Antenne ist. In solchen Fällen empfiehlt es sich, den maximalen Antennengewinn durch Neigen der Antenne der Einfallsrichtung anzupassen. Da in gebirgigen Gegenden verhältnismäßig oft mit größerem Beugungswinkel gerechnet werden muß, wurde eine spezielle Antennen-Schwenkvorrichtung herausgebracht, welche eine entsprechende Neigung aller Fernsehantennen - Typen ermöglicht **(Bild 4)**.

Antennenstandort

Wenn schon bei normalen Empfangsbedingungen die Fragen der Antennenhöhe und des Standortes einer Untersuchung bedürfen, so gilt dies bei Empfangsschwierigkeiten in besonderem Maße. Die Ermittlung des günstigsten Standortes ist dabei keineswegs eine einfache Angelegenheit und oft für den Erfolg ausschlaggebend. Während jedoch die Antenneneigenschaften meßtechnisch erfaßbar sind, ist dies in bezug auf Antennenstandort und -höhe weitaus schwieriger. Auch bei Verwendung eines Antennentestgerätes bleiben umständliche und damit zeitraubende Untersuchungen von Fall zu Fall nicht erspart.

Grundsätzlich sind Umgebungseinflüsse wohl immer vorhanden und können sich sowohl im günstigen als auch im ungünstigen Sinne auswirken. Daher wird man stets bemüht sein, in näherer oder weiterer Umgebung des Aufstellungsortes für den Empfänger einen empfangsgünstigen Ort ausfindig zu machen. Sofern nur ein gebeugter Strahl zu empfangen ist, kann man im allgemeinen bei größeren Antennenhöhen auch mit höheren Feldstärken rechnen. Allerdings ist in den praktisch möglichen Antennenhöhen um etwa 10 m bei geringer Erhöhung nur wenig Verbesserung festzustellen, wenn etwa das eigentliche Hindernis über 1000 m hoch ist. Dagegen nimmt bei Höhen über 10 m zunächst der Einfluß von Erdbodenreflexionen ab, was sich aber auch in ungünstiger Richtung auswirken kann. Andererseits kann die günstigste Antennenhöhe[1]) auch für verschiedene Standorte durchaus verschieden sein. Deshalb sind solche Empfangsversuche stets mit einer „dreidimensionalen" Veränderung des Antennenstandortes durchzuführen.

Unter den günstigsten Umgebungseinflüssen ist u. a. auch die abschirmende und reflektierende Wirkung von größeren Gebäuden erwähnenswert. Damit läßt sich oft das wirksame Vor-Rück-Verhältnis von Antennen verbessern, wenn die Antenne unmittelbar vor dem fraglichen Gebäude

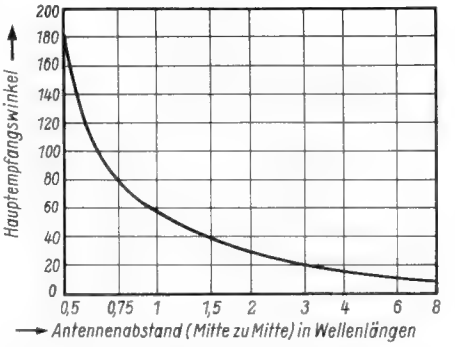


Bild 5. Abhängigkeit des Hauptempfangswinkels vom Antennenabstand bei zwei nebeneinander angeordneten Antennen

angeordnet wird. Als bekannt ist auch vorauszusetzen, daß die Stärke von Reflexionen im allgemeinen mit der Höhe der Antennenaufstellung zunimmt, so daß es meist zweckmäßiger ist ,die Antenne so niedrig anzuordnen, wie dies in bezug auf die Nutzfeldstärke möglich ist.

Nicht übersehen darf man auch den Einfluß der Leitungsdämpfung, da hier sehr schnell etwa 3 dB wieder verlorengehen, welche auf der Antennenseite mühsam (und teuer) erkauft wurden. Sofern die Leitung im Freien verläuft, haben sich die Installationen mit dämpfungsarmem Koaxialkabel am besten bewährt. Für Leitungslängen über etwa 20 m ist in kritischen Fällen stets die Verwendung eines Antennenverstärkers zum Ausgleich der Leitungsdämpfung angebracht. Ferner ist zu beachten, daß die Grenzempfindlichkeit von speziell abgestimmten Antennenverstärkern mit rauscharmer Eingangsröhre meistens günstiger ist als bei durchschnittlichen Fernseh-Empfängern. Dies kann natürlich in kritischen Fällen eine merkliche Verbesserung der Bildqualität bedeuten.

Empfangsversuche und Untersuchungen über den günstigsten Antennenstandort bedürfen einer sorgfältigen Vorbereitung, sofern in den wenigen Sendestunden eines Nachmittags ein endgültiges Ergebnis erzielt werden soll. Vorteilhaft ist es, wenn aus vorherigen Untersuchungen Angaben über die Feldstärke bzw. den erforderlichen Antennengewinn entnommen werden können. Man kann dann die Versuche mit den endgültig zu verwendenden Antennen unternehmen. Ebenso ist es dabei zweckmäßig,

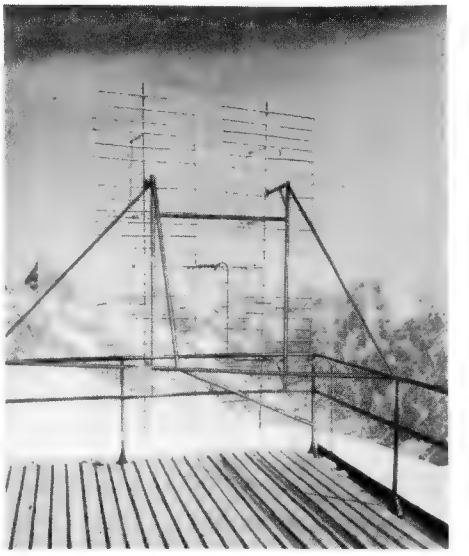


Bild 6. Antennenanordnung aus zwei Vierebenen-Reflektorwand-Antennen, am Schneefernerhaus auf der Zugspitze montiert

mit einem Antennenverstärker zu arbeiten, damit man den Einfluß der Leitungsdämpfung ausschalten und nötigenfalls auch weiter entfernte Standorte untersuchen kann. Insbesondere wenn mit Doppelantennen gearbeitet werden soll, ist es notwendig, das für die Antennenaufstellung in Frage kommende Gelände in engen Zwischenräumen zu untersuchen. Es hat sich herausgestellt, daß dabei bereits Abstandsänderungen von 20 cm beachtliche Unterschiede in der Bildqualität ergeben können.

Durch eine sorgfältige Antennenkonstruktion kann oft auch in unmöglich erscheinenden Lagen noch ein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden. Als Beispiel dafür sei die Empfangsanlage im Schneefernerhaus auf dem Zugspitzblatt genannt, welche sich 300 m unter dem Gipfel befindet und in Richtung zum Sender Wendelstein (90 km Luftlinie) durch eine Felswand abgeschirmt ist. Mit einer „normalen" Antenne war zunächst kaum ein stabiler Empfang zu erzielen. Immerhin gelang es nachzuweisen, daß ein gebeugter Strahl mit einer geringen Feldstärke dort einfiel. Aus einer Test-Antennenspannung von etwa 50 µV ergab sich ein erforderlicher Antennengewinn von 15 dB, welcher mit zwei Vierebenen-Reflektorwand-Antennen erreicht werden konnte. Durch Anordnung derselben im geeigneten Abstand konnte auch eine sehr günstige Richtwirkung ohne Verwendung zusätzlicher Direktoren erzielt werden. Diese Antennenform bot zugleich den Vorteil einer größeren Stabilität, worauf bei exponierten Lagen besonders geachtet werden muß. Als endgültige Antennenspannung wurden schließlich 300 µV erreicht, womit sich bei Verwendung eines rauscharmen Antennenverstärkers ein nahezu störungsfreies Bild ergab.

Freilich sei in diesem Zusammenhang nicht verschwiegen, daß die Verwendung von großen und aufwendigen Antennen nicht immer die günstigste oder einzig mögliche Lösung darstellen wird, ganz abgesehen davon, daß etwa eine 40-Elemente-Antenne mit dem idyllischen Bild eines Gebirgsortes nicht immer harmonieren wird. Als weitere Lösungen für die Fernsehversorgung ist daher die Errichtung von Gemeinschaftsantennenanlagen zu erwähnen, wobei eine günstig gelegene Antenne über Verstärker und Kabelleitungen zur Versorgung einer größeren Gruppe von Fernseh-Teilnehmern herangezogen werden kann. Auch der Einsatz von Umlenk-Antennenanlagen (mit Verstärkern und Polarisationsdrehung) oder von sogenannten Umsetzern bieten bei größeren Teilnehmerzahlen eine günstigere und wirtschaftlichere Lösung der Empfangsschwierigkeiten.

H. Hesselbach

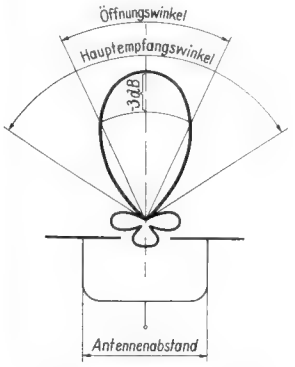


Bild 3. Öffnungs- und Hauptempfangswinkel bei Nebeneinander-Anordnung von Fernseh-Antennen

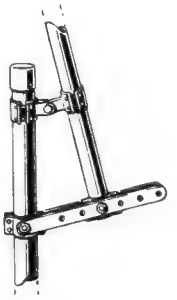


Bild 4. Kathrein-Schwenkvorrichtung Typ 699 für Fernseh-Antennen.

[1]) FUNKSCHAU 1955, Heft 9, Seite 181

Aus der Welt des Funkamateurs

Fernseh-DX in Schweden

Mit einem serienmäßigen deutschen Fernsehempfänger, aber mit sauber auf den Kanal abgestimmten Hochleistungsantennen wurden in Schweden ungewöhnlich große Reichweiten beim Fernsehempfang erzielt.

Hier und da berichten Fach- und Tagespresse über sensationelle Empfangsergebnisse im Fernsehband 1 (41 . . . 68 MHz = 4,40 . . . 7,23 m) Meistens wird aus Westdeutschland, Belgien und den Niederlanden der Empfang der in diesem Bereich arbeitenden russischen Fernsehstationen Moskau und Leningrad (beide 60 kW) gemeldet. Unser nachstehender Bericht beweist nun aber den Empfang von Fernsehsendern aus neun Ländern in einem kleineren Ort Südschwedens, erreicht von den Herren Petterson und Sandblom, Radio- und Fotospezialisten. Sie berichten uns:

„Vor nicht mehr als einem Jahr betrachtete man in Schweden Fernseh-DX[1]) als einen Luxus. Zu wenige Leute waren damals Fernsehgerätebesitzer — und jene, die einen Apparat erworben hatten, verfügten nur selten über eine passende Antenne. Ende Mai 1954 erwarben wir ein Fernsehgerät Typ Konsul von Nordmende mit 43-cm-Bildröhre, aber wir hatten auch keine Hoffnung auf guten Empfang, zumal uns alle Erfahrungen fehlten und wir keine Unterlagen über Sender und Sendezeiten besaßen. Meistens bedeutete Fernsehen für uns vor dem Empfänger sitzen — und nichts sehen! Plötzlich aber erkannten wir am Vormittag des 1. 6. 1954 ein Testbild, daß wir später als russisch identifizierten. In den nächsten vier Monaten praktizierten wir DX-Empfang mit einem gewöhnlichen Dipol und einer südlich gerichteten Antenne. Bereits mit dieser unvollkommenen Einrichtung gelang es uns, Sendungen aus Rußland, Italien und der Schweiz zu empfangen. Als wir aber später unsere zweckmäßigere Antenne erbauten, stieg die Empfindlichkeit der Anlage ganz erheblich an.

Heute können wir gute Resultate vorlegen. An einem Tag bekamen wir nicht weniger als sieben Sender: Italien, Rußland, Schweiz, Tschechoslowakei, Deutschland und Dänemark — ohne Berücksichtigung des Versuchssenders Stockholm. Holland kam schlechter herein, dazu noch einige nicht zu identifizierende Stationen.

Unsere Antennenanlage dürfte wohl das Beste in Schweden sein. Für Kanal 2 und 3 haben wir eine einfache Siemens-Antenne SAA 106 und für den besonders interessierenden Kanal 4 eine Achtelement-Zweietagen-Antenne Engels A 5—6102. Mit einem amerikanischen Teleskopmast werden die Antennen 12 m über den Dachfirst — 20 m über den Boden — erhöht. Die Antennenanlage ist mit einem amerikanischen Antennenrotor drehbar. Weitere Antennen sind inzwischen errichtet worden: eine amerikanische 16-Element-Zweietagenantenne und eine 16-Element-Vieretagen-Engels-Antenne, beide für Stockholm, sowie eine amerikanische Breitbandantenne; jedoch ist die Montage noch nicht beendet bzw. die Versuche sind noch am Anfang, u. a. weil der Sender Stockholm gegenwärtig stillgelegt ist.

Unsere Erfahrungen lehrten uns, daß die Reichweiten bei ruhiger Wetterlage, vor allem konstanten Luftdruckverhältnissen, schlecht sind, während der Übergang von Hoch- auf Tiefdruckgebiet günstig ist. Starke Störungen erschweren oft den Empfang.

Bild 2. In dem kleinen südschwedischen Ort Skillingaryd wurden die hier beschriebenen ungewöhnlich guten Fernseh-Empfangsergebnisse erzielt

Bild 1. Die beiden Amateure Bertil Petterson (stehend) und Ingvar Sandblom (sitzend) vor ihrem Nordmende-Fernsehempfänger

Am besten kommen Rußland und Italien herein. Im Vergleich zu 1954 sind dieses Jahr die Ergebnisse etwas schlechter. Am 22. Mai d. Jahres aber kam Italien wie ein örtlicher Fernsehsender herein und auch die russischen Sendungen waren gut anzusehen. Am 31. Mai waren erneut Rußland und Italien am besten, und am 6. und 7. Juni kamen Bilder aus Kopenhagen. Am 13. Juni waren die Bedingungen für Italien und die Schweiz hervorragend, durch Umschalten von Kanal 3 auf 4 konnten wir beide Programme sozusagen gleichzeitig sehen. Am 17. und 18. Juni sahen wir besonders gut russische Programme, und am 23. Juni eine Flugvorführung aus der Schweiz via Fernsehsender Lopik/Holland. Der 1. Juli brachte Testbilder aus Italien und der Schweiz, am 3. Juli kam Rußland und am 17. und 19. Juli erneut Italien. Manchmal überdecken englische Bilder (405 Zeilen), die wir nicht synchronisieren können, russische und italienische Programme. Der dänische Sender Kopenhagen kommt eigentlich täglich herein, wenn auch mit unterschiedlicher Bildqualität."

*

Wie aus den zusätzlichen Informationen, die uns Bertil Petterson zur Verfügung stellte, hervorgeht bzw. wie wir rekonstruieren können, hat man empfangen:

Kanal 2: Bantinger/Schweiz (100 kW), Eindhoven/Holland (5 kW)

Kanal 3: Zürich/Schweiz (25 kW)

Kanal 4: Raichberg/Bundesrepublik (40 kW), La Dôle/Schweiz (30 kW), Mte. Penice/Italien (100 kW), Kopenhagen - Cladsaxe / Dänemark (60 kW), Lopik/Holland (20 kW), Stockholm/Schweden (5 kW)

(alle Leistungsangaben bezeichnen die effektive Strahlungsleistung des Bildträgers). Außerdem wurden aufgenommen: Moskau/UdSSR (60 kW) mit Bildträger 49.75 MHz, Tonträger 56.25 MHz, und auf den gleichen Frequenzen Prag / Tschechoslowakei (ca. 10 kW). Gleichzeitiger Empfang von Ton und Bild war durch zusätzliche Benützung eines zweiten Empfängers möglich, indem der erste in Kanal 2 das Bild, der zweite in Kanal 3 den Ton wiedergab.

Nordmende teilt uns mit, daß der verwendete Fernsehempfänger „Konsul" in den Kanälen 2, 3 und 4 Rauschzahlen zwischen 3 und 4 kT_0 aufweist. -r

[1]) Das Kurzzeichen DX stammt aus dem Sprachgebrauch der KW - Amateure und bedeutet in diesem Zusammenhang: „Große Reichweiten".

Bild 3. Bildschirmfotos vom Fernseh-Weitempfang; a = Moskau 17. 6. 1955, b = Moskau 22. 5. 1955, c = Mte. Penice/Italien 22. 5. 1955, d = c, e = Kopenhagen 6. 6. 1955, f = Schweiz 7. 5. 1955

Anpassungsprobleme der Hf-Leitungstechnik und deren grafische Behandlung

Diese Arbeit führt allgemein in die grafischen Hilfsmittel der Hf-Technik ein. Sie bildet eine wertvolle Ergänzung zu den Funktechnischen Arbeitsblättern Uf 11 und Mth 86.

1. Einleitung

Durch die Nutzbarmachung immer kürzerer Wellen für die Nachrichtenübertragung und andere technische Zwecke nimmt auch die Verwendung von Hf-Energieleitungen einen immer größeren Umfang an. Die dabei auftretenden Probleme interessierten bis vor wenigen Jahren nur einen kleinen Kreis von Wissenschaftlern in den großen Industrielaboratorien und den Instituten.

Eine Behandlung dieser Probleme durch algebraische Auswertung der Transformationsgleichungen ist auch für den mathematisch geübten Techniker oft zeitraubend, zumal die durch Rechnung erreichbare Genauigkeit nicht ausgenutzt werden kann, wenn die einzusetzenden Meßgrößen für den Wellenwiderstand, Abschlußimpedanzen usw. nicht sehr genau bekannt sind. Außerdem lassen diese komplexen Gleichungen den funktionalen Zusammenhang bei Variation eines Parameters nicht sehr anschaulich erkennen. Für viele Überlegungen interessiert aber zunächst nur dieser funktionale Zusammenhang, z. B. die Art der Abhängigkeit des Transformationswiderstandes von der Leitungslänge usw. In den folgenden Abschnitten soll daher ein Weg zur einfachen grafischen Lösung solcher Probleme aufgezeigt werden, der auch dem mathematisch weniger geübten Techniker keine Schwierigkeiten bietet.

Zunächst wird im zweiten Abschnitt der mathematische Zusammenhang zwischen den verschiedenen, die Spannungsverteilung und die Stromverteilung auf einer Leitung beeinflussenden Größen aufgezeigt. Dabei dienen als Ausgangspunkt der Betrachtungen die Gleichungen für die Eingangsspannung U_e und den Eingangsstrom I_e einer Leitung als Funktion folgender gegebener Größen: Wellenwiderstand Z der Leitung, Leitungslänge l, Wellenlänge λ, Spannung U_a und Strom I_a am Ende der Leitung.

Durch einige Umformungen wird der in den meisten Fällen interessierende Eingangswiderstand der Leitung als Funktion der eben erwähnten Parameter gewonnen. Dabei werden sowohl die Gleichung für den allgemeinen Belastungsfall (Abschlußwiderstand komplex und Leitungslänge abweichend von $\frac{\lambda}{4}$ oder Vielfachen von $\frac{\lambda}{4}$) als auch die vereinfachten Gleichungen für einige Sonderfälle abgeleitet, z. B. Abschlußwiderstand reell oder Leitungslänge gleich einem Vielfachen von $\frac{\lambda}{4}$.

Der dritte Abschnitt erläutert das Smith-Widerstandsdiagramm, das die im zweiten Abschnitt aufgezeigten Zusammenhänge grafisch wiedergibt. Dabei wird gezeigt, daß der komplizierte Ausdruck für den Eingangswiderstand in der grafischen Darstellung durch das Smith-Diagramm eine übersichtliche Form annimmt.

Im vierten Abschnitt wird das Smith-Leitwert-Diagramm besprochen, das im Gegensatz zum Smith-Widerstands-Diagramm die unmittelbare Betrachtung des Verhaltens von Leitungen gestattet, die mit parallelgeschalteten Wirk- und Blindwiderständen belastet sind. Es wird daher besonders dort mit Vorteil angewendet, wo entlang einer Leitung parallelgeschaltete Impedanzen vorhanden sind. Dem Techniker, der wenig mit dem Smith-Diagramm arbeitet, sei allerdings empfohlen, zur Vermeidung von Irrtümern entweder nur das eine oder das andere Diagramm zu benutzen.

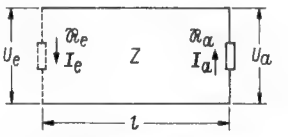


Bild 1. Mit dem Widerstand $\mathfrak{R}_a$ abgeschlossene Leitung

Der fünfte Abschnitt bringt einen kurzen Vergleich zwischen dem bisher in Deutschland meist üblichen Diagramm von O. Schmidt und dem Smith-Diagramm. Der wesentliche Vorteil des Smith-Diagramms gegenüber dem O. Schmidtschen Diagramm liegt darin begründet, daß auch die Darstellung des Punktes der offenen Leitung R = ∞, X = ∞ auf einer endlichen Diagrammfläche möglich ist.

Der sechste Abschnitt enthält zur Erläuterung des in den vorigen Abschnitten Gesagten eine Reihe von Beispielen, um die Vorteile der grafischen Betrachtungsweise von Anpassungsproblemen zu zeigen.

Der vorletzte Abschnitt erläutert, daß das Smith-Diagramm für die Behandlung der meisten Anpassungsprobleme der Hf-Leitungstechnik eine ausreichende Genauigkeit bringt, obwohl es natürlich die Exaktheit der im zweiten Abschnitt abgeleiteten Gleichungen nicht erreicht.

2. Der Eingangswiderstand einer Leitung

Bei den folgenden Betrachtungen wird die benutzte Leitung als so dämpfungsarm angenommen, daß ihre Verluste die Transformationseigenschaften noch nicht beeinflussen. Dies kann bei fast allen heute zur Energieübertragung benutzten Leitungen vorausgesetzt werden.

Wird eine Leitung von der Länge l nach **Bild 1** mit einem Widerstand $\mathfrak{R}_a$ abgeschlossen, so nehmen Spannung und Strom am Anfang folgende Werte an:

$$U_e = U_a \cos 2\pi \frac{l}{\lambda} + j\, I_a Z \sin 2\pi \frac{l}{\lambda} \quad (1)$$

$$I_e = I_a \cos 2\pi \frac{l}{\lambda} + j\, \frac{U_a}{Z} \sin 2\pi \frac{l}{\lambda} \quad (2)$$

wobei U_a und I_a Spannung und Strom am Widerstand $\mathfrak{R}_a$, l die Leitungslänge und λ die Wellenlänge bedeuten. ($\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}}$ ist in Dielektrika kürzer als in Luft!) Z ist der Wellenwiderstand, j ist bekanntlich die Einheit der imaginären Zahlenskala $j = \sqrt{-1}$.

Meist interessieren jedoch nicht Spannung und Strom am Anfang der Leitung, sondern der Eingangswiderstand. Dieser ergibt sich durch Division von Gleichung 1 durch Gleichung 2 nach einigen Umformungen und mit der Abkürzung $\alpha = 2\pi \cdot \frac{l}{\lambda}$ zu:

$$\mathfrak{R}_e = \mathfrak{R}_a \cdot \frac{1 + j\,\frac{Z \cdot \mathrm{tg}\alpha}{\mathfrak{R}_a}}{1 + j\,\frac{\mathfrak{R}_a \cdot \mathrm{tg}\alpha}{Z}} = \frac{\mathfrak{R}_a + jZ\,\mathrm{tg}\alpha}{1 + j\,\frac{\mathfrak{R}_a \cdot \mathrm{tg}\alpha}{Z}} \quad (3)$$

Gleichung 3 vereinfacht sich, wenn $\alpha = \pi$, d. h. wenn die Leitung $\frac{\lambda}{2}, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda \ldots$ usw. lang ist, da $\mathrm{tg}\,\pi = 0$. Dann wird

$$\mathfrak{R}_e = \mathfrak{R}_a \quad (4)$$

Gleichung 3 vereinfacht sich ferner, wenn die Leitung $\frac{\lambda}{4}, \frac{3}{4}\lambda, \frac{5}{4}\lambda$ usw. lang wird, d. h. wenn $\alpha = \frac{\pi}{2}$, da $\mathrm{tg}\,\frac{\pi}{2} = \infty$. Es ergibt sich die einfache reziproke Beziehung

$$\mathfrak{R}_e = \frac{Z^2}{\mathfrak{R}_a} \quad (5)$$

Sind diese Sonderfälle nicht gegeben, so ist die vollständige Gleichung 3 anzuwenden. Der praktischen Ausrechnung geht dabei zweckmäßig die Aufspaltung der Gleichung in Realteil und Imaginärteil voran. Stellen wir den im allgemeinen komplexen Widerstand als Summe von Realteil und Imaginärteil dar, also

$$\mathfrak{R}_a = R_a + jx_a \quad (6)$$

und führen ferner zur Vereinfachung des Rechnungsganges ein:

$$r_a = \frac{R_a}{Z};\; x_a = \frac{x_a}{Z};\; r_e = \frac{R_e}{Z};\; x_e = \frac{x_e}{Z} \quad (7)$$

so geht Gleichung 3 über in

$$r_e + jx_e = \frac{r_a + jx_a + j\,\mathrm{tg}\alpha}{1 - x_a\,\mathrm{tg}\alpha + jr_a\,\mathrm{tg}\alpha} \quad (8)$$

Die Aufspaltung dieser Gleichungen ergibt nach den Regeln der komplexen Rechnung für den Eingangswiderstand getrennt nach Real- und Imaginärteil:

$$r_e = \frac{r_a + r_a\,\mathrm{tg}^2\alpha}{1 + r_a^2\,\mathrm{tg}^2\alpha - 2x_a\,\mathrm{tg}\alpha + x_a^2\,\mathrm{tg}^2\alpha} \quad (9)$$

$$x_e = j\,\frac{x_a + \mathrm{tg}\alpha - r_a^2\mathrm{tg}\alpha - x_a^2\mathrm{tg}\alpha - x_a\mathrm{tg}^2\alpha}{1 + r_a^2\mathrm{tg}^2\alpha \quad 2x_a\,\mathrm{tg}\alpha + x_a^2\mathrm{tg}^2\alpha} \quad (10)$$

Ist der Abschlußwiderstand reell, so vereinfachen sich die Gleichungen 9 und 10 zu

$$r_e = \frac{r_a + r_a\,\mathrm{tg}^2\alpha}{1 + r_a^2\,\mathrm{tg}^2\alpha} \quad (11)$$

$$x_e = j\,\frac{\mathrm{tg}\alpha - r_a^2\,\mathrm{tg}\alpha}{1 + r_a^2\mathrm{tg}^2\alpha} \quad (12)$$

Es leuchtet ein, daß die Berechnung von Eingangswiderständen einer Leitung mit den Gleichungen 9 bis 12 für den mathematisch wenig Geübten recht schwierig ist und daß sie auch für den mathematisch Geübten, besonders wenn viele Berechnungen zu machen sind, viel Zeit erfordert.

3. Das Smith-Widerstandsdiagramm

Bild 2 zeigt das Kreisdiagramm, das zur Berechnung von Leitungstransformationen benutzt werden soll. Es wurde zuerst von P. H. Smith angegeben, dessen Namen es auch trägt [1].

Alle Werte des Diagramms sind in Vielfachen von Z angegeben (normiert), so daß das gleiche Diagramm für Leitungen eines jeden beliebigen Wellenwiderstandes benutzt werden kann. Als Ersatzschalt-

bild für die Benutzung des Smith-Widerstandsdiagramms ist stets die Reihenschaltung R + jX des Abschlußwiderstandes zu benutzen. Parallelschaltungen sind daher vorher mit den bekannten Umrechnungsformeln

$$R_r = \frac{R_p X_p^2}{R_p^2 + X_p^2} \qquad X_r = \frac{R_p^2 X_p}{R_p^2 + X_p^2}$$

R_r = Reihenwirkwiderstand
R_p = Parallelwirkwiderstand
X_r = Reihen-Blindwiderstand
X_p = Parallel-Blindwiderstand

(siehe Funktechnische Arbeitsblätter Uf 11) umzuformen.

Im Diagramm sind Wirk- und Blindwiderstandskreise eingetragen. Die Mittelpunkte aller Wirkwiderstandskreise liegen auf einer Geraden durch den Mittelpunkt des Diagramms. Der Mittelpunkt des Diagramms wird durch den Punkt

$$\frac{R}{Z} = 1 \text{ und } \frac{X}{Z} = 0$$

gebildet, d. h. es ist der Punkt, der dem Abschluß der Leitung mit einem Wirkwiderstand in Höhe des Wellenwiderstandes entspricht. Am linken Schnittpunkt der erwähnten Geraden mit dem Rand des Diagramms liegt der Punkt R = 0; X = 0, d. h. der Kurzschlußpunkt. Am gegenüberliegenden Schnitt liegt der Punkt R = ∞; X = ∞ (offene Leitung). Die Schnittpunkte der Wirkwiderstandskreise mit dieser Geraden tragen die Bezeichnung der Kreise, und zwar links vom Mittelpunkt < 1 und rechts vom Mittelpunkt > 1, d. h. alle Kreise für Widerstände, die kleiner sind als Z ($\frac{R}{Z} < 1$), schneiden die Gerade links vom Mittelpunkt und solche, die größer sind als Z ($\frac{R}{Z} > 1$), rechts vom Mittelpunkt.

Der zweite Schnittpunkt sämtlicher Kreise mit der Geraden liegt in dem Punkt, der einer offenen Leitung entspricht. Dort schneiden sich auch alle Blindwiderstandskreise $\frac{X}{Z}$. Die Werte dieser Kreise sind am Rand des Diagramms beigeschrieben. Alle Punkte der oberen Diagrammhälfte sind solche mit induktivem Blindwiderstand, die Punkte der unteren Diagrammhälfte dagegen solche mit kapazitivem Blindwiderstand. Die Abgrenzung zwischen induktiver und kapazitiver Hälfte wird durch die vorher erwähnte Gerade gebildet, die aus dem Kreis mit dem Radius ∞ entstanden ist.

Um den Rand des Diagramms herum verläuft ein Kreis, der gleichmäßig in Hundertstel der Wellenlänge bis zum Wert 0,50 geteilt ist. Da sich alle Widerstandswerte auf einer Leitung nach einer halben Wellenlänge wiederholen (siehe Gleichung 4), entspricht der Weg um das ganze Diagramm herum einer halben Wellenlänge.

Für den Grad der Anpassung einer Energieleitung ist die Amplitude der entlang der Leitung auftretenden stehenden Wellen charakteristisch. Die stehenden Wellen sind als Verhältnis Spannungsmaximum zu Spannungsminimum relativ leicht zu messen. Dieses Verhältnis $\frac{U_{max}}{U_{min}}$ wird als „Amplitudenverhältnis m" bezeichnet[1]).

Alle Punkte, die das gleiche Amplitudenverhältnis $m = \frac{U_{max}}{U_{min}}$ ergeben, sind vom Mittelpunkt des Diagramms gleichweit entfernt. Jedes Amplitudenverhältnis stellt also einen Kreis dar, dessen Durchmesser um so größer ist, je weiter das Amplitudenverhältnis von 1 abweicht. Bei Abschluß der Leitung mit einem reinen Blindwiderstand wird $\frac{U_{max}}{U_{min}} = \infty$, d. h. der Kreis für m = ∞ fällt mit dem Rand des Diagramms zusammen. Die m-Kreise sind häufig ebenfalls in das Smith-Diagramm eingetragen, wurden aber in Bild 2 der besseren Übersichtlichkeit wegen fortgelassen. Statt dessen kann man im Mittelpunkt des Diagramms einen drehbaren Transparent-Zeiger nach **Bild 3** befestigen, auf dem die m-Werte eingetragen sind.

[1]) In der angelsächsischen Literatur V S W R (voltag standing wave ratio). In den deutschen Veröffentlichungen wird „m" manchmal auch als Verhältnis Spannungsminimum zu Spannungsmaximum definiert.

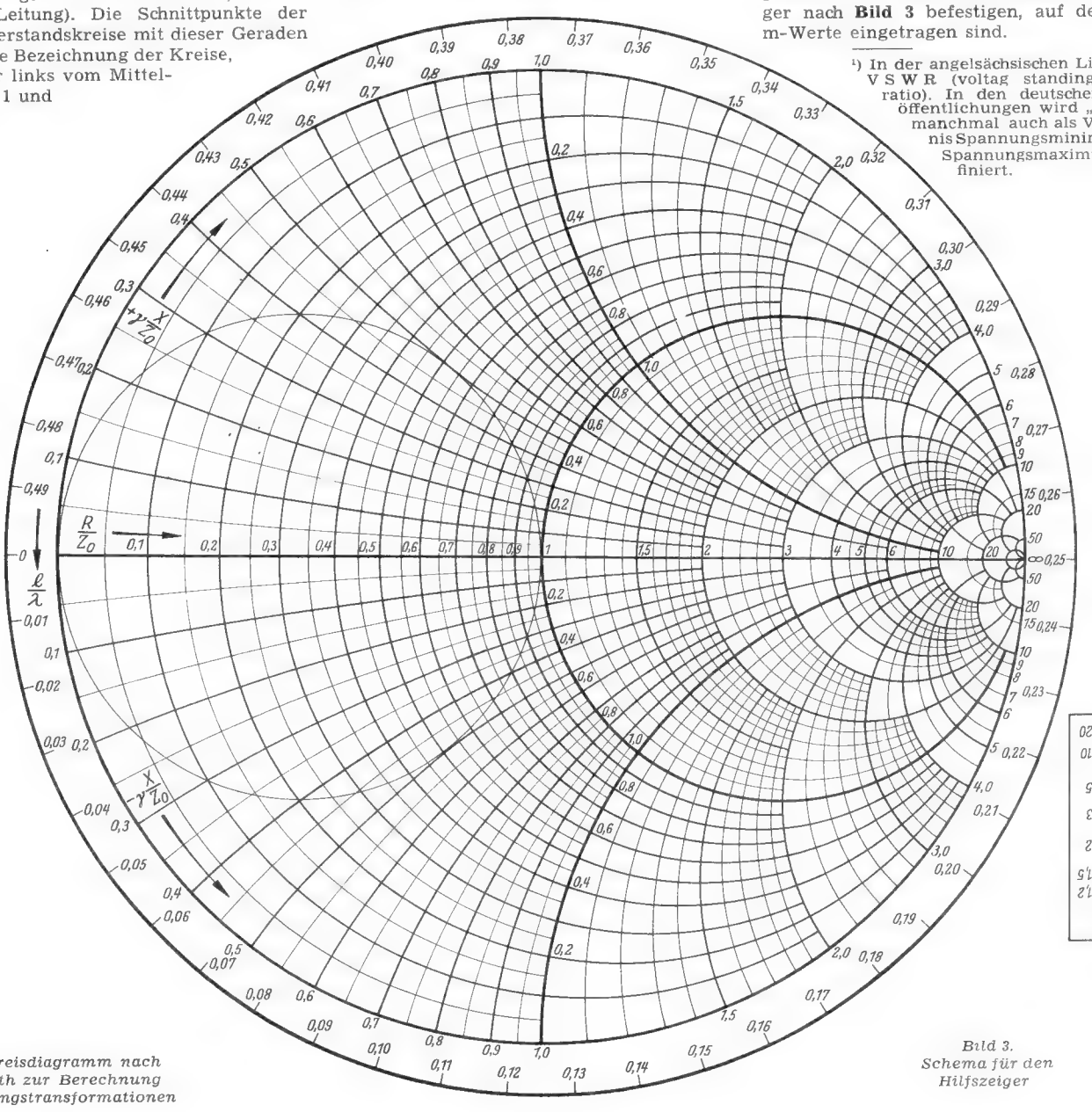


Bild 2. Kreisdiagramm nach P. H. Smith zur Berechnung von Leitungstransformationen

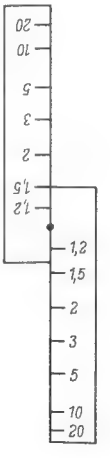


Bild 3. Schema für den Hilfszeiger

Für jeden Punkt im Smith-Diagramm sind also vier Kennwerte vorhanden.

1. die Ohmsche Komponente $\frac{R}{Z}$
2. die Blind-Komponente $\frac{X}{Z}$
3. das Amplitudenverhältnis m (der Abstand vom Mittelpunkt des Diagramms)
4. der $\frac{1}{\lambda}$-Wert (gegeben durch den Schnitt der verlängerten Verbindungslinie zwischen dem Diagrammittelpunkt und dem betreffenden Punkt mit der $\frac{1}{\lambda}$-Skala).

Sind zwei dieser Kennwerte bekannt, so folgen die beiden übrigen zwangsläufig. Auf dieser Zwangsläufigkeit beruht die Anwendung des Smith-Diagramms zu Betrachtungen des Verhaltens von Energieleitungen.

4. Das Smith-Leitwert-Diagramm

Arbeitet man mit Parallelschaltungen von Wirk- und Blindwiderständen, so benutzt man für Berechnungen in der Hf-Technik meist die entsprechenden Leitwerte, da dies den Rechnungsgang erheblich vereinfacht. Aus den gleichen Gründen arbeitet man auch bei der Betrachtung des Verhaltens von Energieleistungen, die mit parallelgeschalteten Impedanzen belastet sind, vorteilhafter mit dem Smith-Leitwert-Diagramm. Da der Wirkleitwert der reziproke Wert des Wirkwiderstandes ($G = \frac{1}{R}$) und der Blindleitwert der reziproke Wert des Blindwiderstandes ($Y = \frac{1}{X}$), ist, geht das Smith-Leitwert-Diagramm aus dem Smith-Widerstands-Diagramm durch Drehung um 180° hervor. Die Lage der Punkte für Kurzschluß und offene Leitung bleibt erhalten, ebenso der Maßstab am Rande des Diagramms (siehe **Bild 4**). Während im Widerstands-Diagramm sämtliche Wirk- und Blindwiderstandskreise durch den Punkt „Leitung offen" gehen, treffen sich im Leitwert-Diagramm sämtliche Wirk- und Blindleitwertkreise im Kurzschlußpunkt.

Im Smith-Leitwert-Diagramm befinden sich ebenso wie im Smith-Widerstands-Diagramm die Punkte mit induktiver Komponente in der oberen Diagrammhälfte und die Punkte mit kapazitiver Komponente in der unteren Diagrammhälfte.

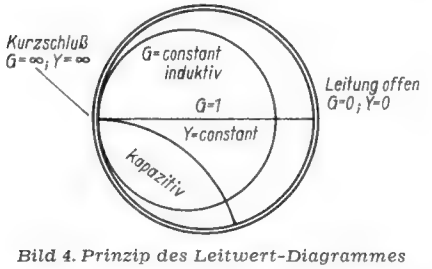


Bild 4. Prinzip des Leitwert-Diagrammes

Im übrigen gelten die in Abschnitt 3 über das Smith-Widerstands-Diagramm gemachten Ausführungen sinngemäß auch für das Smith-Leitwert-Diagramm.

5. Vergleich des Smith-Diagramms mit dem O. Schmidtschen Diagramm

Zur Betrachtung von Leitungsproblemen wird häufig auch das sog. O. Schmidtsche Leitungsdiagramm verwendet [2]. Dieses benutzt als Diagrammfläche die Gaußsche Zahlenebene in der üblichen Darstellung mit rechtwinkligen Koordinaten. Die Punkte $R = \infty$, $X = +\infty$, $X = -\infty$ lassen sich in der so dargestellten Gaußschen Zahlenebene bei Benutzung einer endlichen Diagrammfläche nicht realisieren. Aus diesem Grunde kann auch in dem O. Schmidtschen Leitungsdiagramm der Punkt $R = \infty$, $X = \infty$, d. h. der Punkt einer offenen Leitung, nicht dargestellt werden. Daher ist die Betrachtung des Verhaltens von stark fehlangepaßten Leitungen mit Hilfe des O. Schmidtschen Diagramms nicht möglich.

Das Smith-Diagramm geht aus dem O. Schmidtschen Diagramm durch Transformation der Koordinaten mit der Gleichung

$$r_1 = \frac{r_2 - 1}{r_2 + 1} \qquad (13)$$

also durch „konforme Abbildung" hervor.

$r_1 = \frac{\mathfrak{R}_1}{Z}$ im Smith-Diagramm.

$r_2 = \frac{\mathfrak{R}_2}{Z}$ in der Gauß'schen Zahlenebene (Schmidtsches Diagramm).

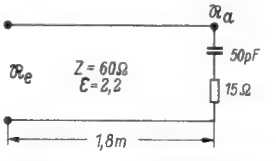


Bild 5. Schaltung zum Rechenbeispiel 6a

Da nach den Gesetzen der konformen Abbildung die Winkel erhalten bleiben, stehen auch im Smith-Diagramm die Kreise der Wirk- und Blindwiderstände senkrecht zueinander. Wegen der Formel 13 ist im Smith-Diagramm, wie schon im dritten Abschnitt gezeigt wurde, jeder mögliche Belastungsfall darstellbar. Da ferner wegen der Gleichung 13 die Werte $\frac{R}{Z} = 0$ und $\frac{R}{Z} = \infty$ gleichweit vom Mittelpunkt $\frac{R}{Z} = 1$ entfernt sind, weist das Smith-Diagramm für $\frac{R}{Z} < 1$ und für $\frac{R}{Z} > 1$ die gleiche prozentuale Genauigkeit auf. Es wird daher mit besonderem Vorteil bei der Behandlung stark fehlangepaßter Leitungen benutzt.

6. Lösung von Anpassungsproblemen mit Hilfe des Smith-Diagramms

a) Eine 60-Ω-Koaxialleitung von 1,8 m Länge ist mit einer Kapazität von 50 pF in Reihe mit einem Wirkwiderstand von 15 Ω abgeschlossen (**Bild 5**). Die Arbeitsfrequenz beträgt 90 MHz, die Dielektrizitätskonstante der Kabelisolation beträgt 2,2. Wie groß ist der Eingangswiderstand?

Der komplexe Abschlußwiderstand beträgt $\mathfrak{R} - j\frac{1}{\omega C} = 15 - j\,35{,}4$.

Der normierte Abschlußwiderstand beträgt daher $\frac{15}{Z} - j\,\frac{35{,}4}{Z} = 0{,}25 - j\,0{,}59$.

Im Smith-Diagramm liegt der Punkt des Abschlußwiderstandes auf dem Schnittpunkt des Wirkwiderstandskreises $\frac{R}{Z} = 0{,}25$ mit dem Blindwiderstandskreis $\frac{X}{Z} = -0{,}59$. Verlängert man die Verbindungslinie dieses Punktes mit dem Mittelpunkt des Diagramms, so schneidet die Verlängerung nach **Bild 6** die am äußeren Rand des Diagramms angebrachte $\frac{1}{\lambda}$-Skala im Punkte 0,088. Die Wellenlänge in Luft beträgt

$$\frac{c_0}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{9 \cdot 10^7} = 3{,}3 \ldots \text{m}$$

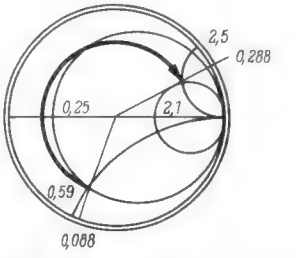


Bild 6. Diagramm-Anwendung zum Rechenbeispiel 6a

Im Kabel ist die Wellenlänge um $\frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}$ kürzer, d. h. die Wellenlänge beträgt im Kabel etwa 2,25 m. Die elektrische Länge des 1,8 m langen Kabels beträgt also $\frac{1{,}8}{2{,}25} = 0{,}8\ \lambda$. Da sich, wie vorher ausgeführt wurde, im Abstand von 0,5 λ die gleichen Widerstände wiederholen, ist für die Transformation nur das über 0,5 λ hinausgehende Stück, d. h. in unserem Falle das Stück 0,3 λ lang maßgebend. Um nun zu dem gewünschten Eingangswiderstand zu gelangen, muß man vom Punkt des Abschlußwiderstandes aus im Smith-Diagramm um 0,3 λ im Uhrzeigersinn fortschreiten. Der gesuchte Punkt liegt also auf der Verbindung des Diagramm-Mittelpunktes mit dem Punkt 0,288 auf der $\frac{1}{\lambda}$-Skala.

Der mit der Strecke M $\mathfrak{R}_a$ um M geschlagene Kreis schneidet diese oben erwähnte Verbindungslinie im gewünschten Punkt $\mathfrak{R}_e$. An diesem Punkt schneiden sich ferner der Wirkwiderstandskreis 2,1 Z und der Blindwiderstandskreis + j 2,5 Z. Der Wert für $\mathfrak{R}_e$ ist also $2{,}1 + j\,2{,}5\,Z = 126 + j\,150$

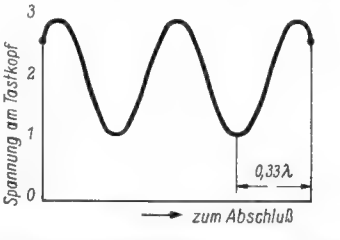


Bild 7. Spannungsverteilung auf der Leitung

Dies entspricht einem Widerstand von 126 Ω in Reihe mit einer Induktivität von 0,265 µH. Die Reihenschaltung eines kleinen ohmschen Widerstandes mit einer Kapazität ist also durch die Leitung in einen wesentlich größeren Widerstand in Reihe mit einer Induktivität transformiert worden.

b) Auf einer Meßleitung mit Z = 60 Ω wird ein Verhältnis von $\frac{U_{max}}{U_{min}} = 3$ gemessen. Der erste Spannungsknoten tritt im Abstand von 0,45 m vom Abschlußwiderstand auf. Die Arbeitsfrequenz beträgt 220 MHz. Wie groß ist der Abschlußwiderstand?

Bild 7 zeigt die Spannungsverteilung entlang der Meßleitung.

Im Diagramm liegt der Ort des Spannungsminimums stets auf der Linie vom Mittelpunkt zu dem am linken Rand des Diagramms befindlichen Punkt 0 der Skala $\frac{1}{\lambda}$. Um von dort zum Abschluß der

Leitung zu gelangen, muß man um den Betrag $\frac{l}{\lambda}$, in diesem Beispiel also um 0,33 λ, links herum fortschreiten (siehe **Bild 8**).

Der Abschlußwiderstand liegt ferner auf dem im Abstand m = 3 um den Mittelpunkt laufenden Kreis. Am Schnittpunkt dieses Kreises mit der Geraden $\frac{l}{\lambda} = 0{,}33$ liegt der Punkt mit dem komplexen Widerstand $1{,}0 \cdot Z + j\,1{,}2\,Z$. Der Abschlußwiderstand beträgt also $60 + j\,72\,\Omega$, besteht also aus einem ohmschen Widerstand von 60 Ω in Reihe mit 52 nH = 0.052 μH.

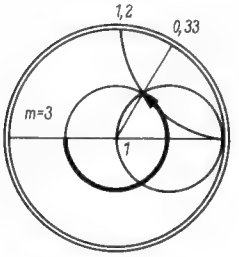


Bild 8. Anwendung des Diagramms für Rechenbeispiel 6 b

c) Der Anodenkreis einer Röhre QQE 0,6/40 soll bei f = 430 MHz durch eine Paralleldrahtleitung mit Z = 100 Ω auf Resonanz abgestimmt werden (**Bild 9**). Die Ausgangskapazität dieser Röhre beträgt 2,1 pF. Wie lang muß die Leitung werden?

Die Ausgangskapazität von 2,1 pF stellt bei 430 MHz einen Blindwiderstand von $-j\frac{1}{\omega C} = -j\,177$ dar. $\frac{X}{Z}$ wird also $-j\,1{,}77$. Der Verlustwiderstand der Röhrenkapazität ist zu vernachlässigen. Daher liegt der gesuchte Punkt auf dem Schnittpunkt des Kreises $-j\,1{,}77$ mit dem Kreise $\frac{R}{Z} = 0$, d. h. auf dem äußeren Rande des Diagramms. Die $\frac{l}{\lambda}$ Skala trägt dort die Bezeichnung 0,168. Um von dort zum Punkt des Spannungsminimums, d. h. in unserem Falle zum kurzgeschlossenen Ende zu gelangen, muß man um 0,168 λ im Uhrzeigersinn fortschreiten. Das Leitungsstück muß also 0,168 λ = 0,117 m lang sein (**Bild 10**).

d) Der Eingangswiderstand einer bei f = 100 MHz gemäß **Bild 11** belasteten Leitung soll berechnet werden.

Nach den Ausführungen in Abschnitt 2 und 3 läßt sich diese Aufgabe nach Umformung der Parallelschaltungen in Reihenschaltungen mit Hilfe des Smith-Widerstands-Diagramms lösen. Einfacher ist aber die Lösung mit Hilfe des Smith-Leitwert-Diagramms nach folgendem Verfahren:

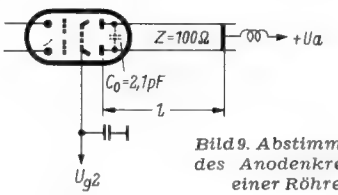


Bild 9. Abstimmung des Anodenkreises einer Röhre

Aus R_a = 500 Ω und C_a = 3 pF wird durch entsprechende Umrechnung

$$G_a = \frac{1}{R_a} = 2 \cdot 10^{-3} \quad \text{und}$$

$$Y = \frac{1}{X} = j\,\omega\,C = j\,1{,}9 \cdot 10^{-3}.$$

Die Normierung dieser Werte gibt $G \cdot Z = 0{,}3$ und $Y \cdot Z \cdot 0{,}285$. Wegen $G = \frac{1}{R}$ kann man einen weiteren Rechengang sparen, indem man den normierten Wirkleitwert $G \cdot Z = \frac{Z}{R}$ unmittelbar ausrechnet. Der Punkt des Abschlußwiderstandes liegt also im Diagramm am Schnittpunkt des Kreises $G \cdot Z = 0{,}3$ mit dem Kreis $Y \cdot Z = 0{,}285$ (**Bild 12**). Die Verlängerung der Verbindungslinie dieses Punktes mit dem Mittelpunkt des Diagramms schneidet die $\frac{l}{\lambda}$ Skala etwa am Punkt 0,202. Um von dort zum Punkt des gewünschten Eingangswiderstandes zu gelangen, muß man auf dem Kreis mit dem Radius $M\mathfrak{N}_a$ um 0,3 λ im Uhrzeigersinn fortschreiten. Dort liegt der Punkt mit den Koordinaten $G \cdot Z = 0{,}73$ und $Y \cdot Z = 1{,}17$. Daraus folgt

$$R = \frac{Z}{0{,}73} = 206\,\Omega; \quad Y = \frac{1{,}17}{Z} = 7{,}8 \cdot 10^{-3}$$

Die Leitung nach Bild 10 erscheint also am Eingang wie ein ohmscher Widerstand von 206 Ω parallel zu einer Spule von $L = \frac{1}{\omega Y} = 0{,}204$ μH.

7. Die Genauigkeit der grafischen Betrachtung von Leitungsproblemen

Abschließend sei noch einiges über die Genauigkeit der mit dem Smith-Diagramm durchgeführten Berechnungen gesagt. Häufig wird gegen die Anwendung grafischer Berechnungsverfahren die zu geringe Genauigkeit dieser Verfahren angeführt. Dies mag in gewissen Fällen auch durchaus

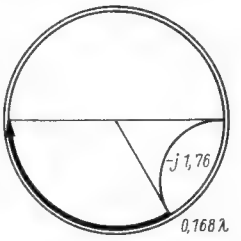


Bild 10. Anwendung des Diagramms für Rechenbeispiel 6 c

zutreffen. Wenn man aber bedenkt, daß bei den meisten Messungen im Hochfrequenzgebiet und insbesondere im Gebiet der Meter-, Dezimeter- und Zentimeterwellen, abgesehen von Frequenzmessungen, eine höhere Genauigkeit als etwa 3 % ohne großen Aufwand nicht zu erzielen ist, sieht man ein, daß das aufgezeigte Verfahren wesentliche Vorteile mit sich bringt. Außerdem kann die Genauigkeit der Berechnungen durch Wahl eines entsprechend großen Diagrammblattes sehr hoch getrieben werden. Das in Bild 2 wiedergegebene Diagramm dürfte jedoch für die meisten Berechnungen eine völlig ausreichende Größe besitzen.

Will man Leitungen betrachten, die relativ gut angepaßt sind, dann schneidet man aus dem Diagramm nach Bild 2 zweckmäßig den in Frage kommenden Teil um den Punkt $\frac{R}{Z} = 1$, $\frac{X}{Z} = 0$ herum aus und vergrößert diesen auf das gewünschte Maß. Damit läßt sich ein weitere Steigerung der Ablesegenauigkeit erzielen.

8. Zusammenfassung

Ausgehend von den Leitungsgleichungen wird das von P. H. Smith im Jahre 1939 erstmalig angegebene Verfahren zur Berechnung der Transformationseigenschaften einer Leitung beschrieben. Auf Grund seiner Einfachheit und Übersichtlichkeit empfiehlt sich dieses Verfahren sehr zur Bestimmung des Verhaltens von Energieleitungen. Sind von den vier das Verhalten einer Leitung bestimmenden Größen, nämlich: Wellenwiderstand der Leitung, Abschlußwiderstand, Eingangswiderstand und normierte Leitungslänge, drei bekannt, so kann die vierte Größe mit Hilfe

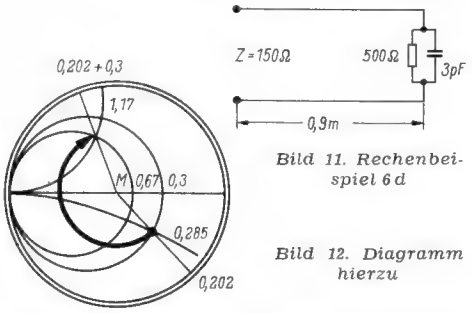


Bild 11. Rechenbeispiel 6 d

Bild 12. Diagramm hierzu

des Smith-Diagramms leicht gewonnen werden. Durch Benutzung dieses Verfahrens sind daher erhebliche Zeiteinsparungen bei den meisten Entwicklungs- und Prüfarbeiten an Anlagen und Geräten, die Energieleitungen enthalten, möglich. Ferner wird eine durch rein algebraische Betrachtung der Probleme nie erreichbare Anschaulichkeit erzielt.

Schrifttum:

[1] P. H. Smith, Electronics, Jan. 1939, S. 29...31.
[2] G. Megla, Dezimeterwellentechnik, Fachbuchverlag Leipzig, 1954.

Eine wärmebeständige und reißfeste Isolierfolie

Plastikfolien sind gute Isolatoren für Kondensatoren, Kabel usw. Neben den bereits bekannten Materialien gelangt neuerdings die Hostaphan-Folie auf den Markt. Sie ist auf der Basis von Polyterephtalsäureester des Glykol hergestellt und besitzt mit Ausnahme des Bereiches allerhöchster Frequenzen hervorragende Isoliereigenschaften und hohe Dauerwärmebeständigkeit. Das Material ist von ca. —60° C bis + 150° C temperaturfest und unempfindlich gegen Feuchtigkeit. Ferner besitzt die hauchdünne Folie eine ungewöhnlich hohe Reiß- und Stoßfestigkeit. Die Reißfestigkeit entspricht etwa einem Drittel derjenigen von Stahl gleicher Stärke (längs 16...20 kg/mm², quer 13...18 kg/mm²). Ein 12 cm breiter Streifen Folie trägt das Gewicht eines ausgewachsenen Menschen. Die Stoßfestigkeit ist so groß, daß man auf die wie eine Fensterscheibe gespannte Folie Steine werfen kann, ohne daß sie beschädigt wird.

Die glasklare Folie läßt sich mit Aluminium oder anderen Metallen bedampfen. Die Metallschicht ist praktisch kratz- und knickfest, und die bedampfte Folie behält bis 100° C bei allen Feuchtigkeitsgraden ihre genauen Abmessungen. Die metallisierte Folie läßt sich daher auch für Skalen, Schilder usw. verwenden und bedrucken.

Weiterhin ist die Hostaphan-Folie fett- und öldicht, und sie wird weder von Wasser noch von den üblichen Lösungsmitteln, Chemikalien, Pilzen oder Bakterien angegriffen.

Elektrische Daten

Durchschlagsfestigkeit einer 0,04 mm starken Folie bei 50 Hz und 20° C zirka 160 kV/mm.
Dielektrizitätskonstante b. 800 Hz = 3,2.
Spezifischer Widerstand ca. 10^{17} Ω × cm.
Verlustfaktor (δ/\ bei 800 Hz) = 4×10^{-3}
Oberflächenwiderstand (Vergleichszahl) = 14.
Hostaphan ist gegen Glimmentladung nicht beständig, aber schwer brennbar.
Hersteller: Kalle & Co, Wiesbaden.

Ein Tonbandgerät nach neuen Ideen

Von Hans Vagt

Der folgende Aufsatz bringt einen interessanten Vorschlag für die Konstruktion eines einfachen und billigen Tonbandgerätes

Magnetton-Geräte sind auf dem besten Wege, sich neben den Plattenspielern den Markt zu erobern. Das beweisen die immer größeren Umsätze und die laufend neu herauskommenden Typen dieser Geräte. Die meisten finden als Heim- und Koffergeräte Verwendung, um Musik und private Gespräche festzuhalten. Aber auch der Amateur als „Tonjäger" ist immer häufiger anzutreffen ...

Da die im Handel befindlichen Koffergeräte für meine Zwecke zu schwer, zu groß und zu teuer waren, habe ich als langjähriger Tonband-Amateur nach dem Bau verschiedener größerer Geräte ein Gerät entwickelt, welches von dem grundsätzlichen Aufbau der bisherigen abweicht und wesentlich kleiner und leichter ist — ohne an Tonqualität und Laufzeit einzubüßen **(Bild 1)**. Dies konnte dadurch erreicht werden, daß Auf- und Abwickelspindel unter Verwendung der bisherigen Plexiglas-Spulen mit Dreizackloch nach Bild 1 übereinander laufen.

Das Einsetzen der Spulen ist verhältnismäßig einfach: Nach Auflegen der unteren Spule wird die obere, vorher herausgenommene Spindel (mit Achse) in die untere (hohle Achse) eingesteckt und dann die obere Spule aufgelegt. Das Band wird über die Umlenkrollen geführt. Das Einsetzen eines Bandes in das Gerät dürfte nicht schwieriger sein, wie z. B. das Einsetzen eines Films in ein Heimkino, es ist in etwa fünfzehn Sekunden durchführbar.

Durch diese Anordnung konnte der Gesamtaufbau des Gerätes, wie aus **Bild 4** und **5** hervorgeht, äußerst klein gehalten werden. Der mechanische Antrieb (Bild 5) erfolgt über Gummi-Reibräder und Filz-Rutschkupplungen. Der schnelle Rücklauf geschieht ohne Herunternehmen des Bandes. Auf schnellen Vorlauf wurde wegen der Einfachheit des mechanischen Antriebes verzichtet. In der Praxis des Tonamateurs wird der schnelle Vorlauf auch nur selten benötigt. Die Köpfe (Halbspur) sind mechanisch umschaltbar, so daß Spur 1 und 2 ohne Umlegen des Bandes wahlweise benutzbar sind. Die Bandgeschwindigkeit wurde (um ein möglichst breites Frequenzband zu erhalten) auf 19,05 festgelegt. Das Gerät ließe sich aber auch für 9,5 cm/sec bauen und es würden sich somit bei 510 m Band drei Stunden Laufzeit ergeben.

Für den elektrischen Teil wurden Verbundröhren mit geringem Stromverbrauch verwendet, und zwar die Doppeltriode ECC 81 für die Vorverstärkung und eine Triode-Pentode ECL 113 für die Endverstärkung. Die Ausgangsleistung von 2 W erwies sich in Verbindung mit einem Flachlautsprecher von 16 cm ⌀ als durchaus ausreichend, zumal außerdem alle Anschlüsse zum Betrieb über einen Verstärker (Rundfunkgerät) vorgesehen sind. Im Nf-Teil **(Bild 8)** bewährte sich eine getrennte Höhen- und Tiefen-Regelung, die auch bei Aufnahme wirksam ist und

Bild 1. Tonbandgerät mit kleinsten Abmessungen durch übereinander angeordnete Auf- und Abwickelspule

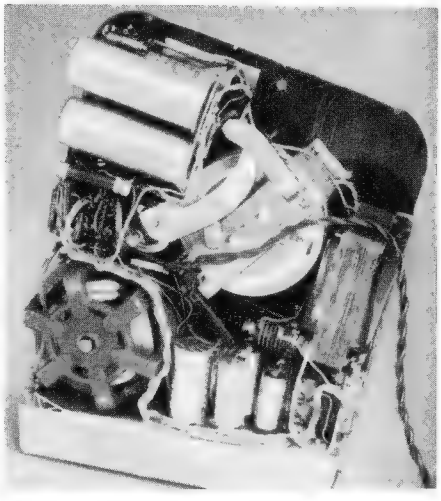


Bild 2. Das Chassis von unten mit Motor, Antrieb, Netztransformator, Lade- und Siebkondensatoren

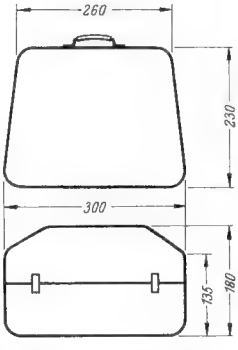


Bild 3. Die Abmessungen des Gerätes

Bild 6. Kopf-Abdeckhaube abgenommen. Kopfplatte mit Höhenumschaltung (Spur 1 und 2). Links die beiden Umlenkrollen zur Bandführung nach unten

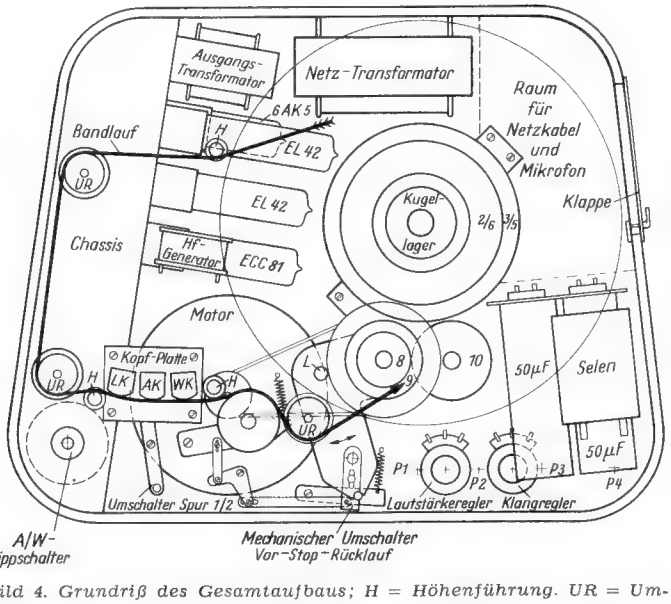
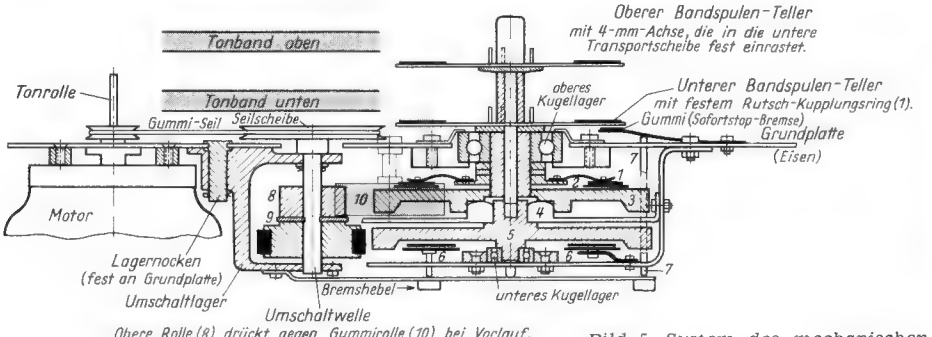


Bild 4. Grundriß des Gesamtaufbaus; H = Höhenführung. UR = Umlenkrollen



Obere Rolle (8) drückt gegen Gummirolle (10) bei Vorlauf. Untere Rolle (Gummibelag) drückt gegen untere Transportscheibe (5) bei Rücklauf. Rolle (10) immer fest an (3).

Bild 5. System des mechanischen Antriebes; Umlenk-, Andruckrollen und Köpfe weggelassen

Bild 7. Das geöffnete Gerät mit angeschlossenem Mikrofon

Einzelteile und Preise beim Selbstbau

	DM
Kombi-Kopf (Miniflux)	19.50
Lösch-Kopf	9.50
Mu-Metall-Abschirmung	2.50
Hf-Generator	10.—
Motor	24.—
Netztransformator	12.—
Röhre ECC 81	14.—
Röhre ECL 113	13.—
Röhre EL 42	10.50
Flachlautsprecher	16.—
Glimmröhre	1.50
2 Elektrolytkondensat. zu 50 µF, St. 3.20	6.40
1 Elektrolytkondensator 2 × 8 µF	2.80
1 Elektrolytkondensator 4 µF	1.90
Flachgleichrichter	5.20
3 Niedervolt-Elyte, Stück 1.50	4.50
1 Widerstand 4 W	1.30
1 Widerstand 2 W	1.—
6 Widerstände 0,5 W, Stück —.35	1.85
24 Widerstände 0,25 W, Stück —.25	6.—
5 Keramik-Kondensatoren	2.50
10 Rollkondensatoren	3.—
1 Styroflex-Kondensator	—.90
1 Potentiometer mit Schalter	4.20
2 Potentiometer ohne Schalter, St. 2.20	4.40
1 Wellenschalter	3.60
3 Röhrenfassungen, Stück —.60	1.80
2 Glühlämpchen, Stück —.50	1.—
1 Ausgangstransformator	4.50
6 Apparate-Klemmen, Stück —.25	1.50
1 Schraub-Kupplung (Mikrof.-Anschluß)	1.60
1 Kippschalter	—.75
Schrauben, Nieten u. sonstig. Kleinmat.	4.—
Schaltdraht, Abschirmung	2.—
1 Sicherung mit Halter	1.—
1 Eisenplatte	1.20
1 Aluminium-Chassis	2.—
Messing	4.—
Aluminium	5.50
Silberstahl	3.30
Gummi für Rollen	1.—
Filz	—.50
1 Kugellager	3.60
2 Kugellager, Stück 2.40	4.80
Sperrholz	2.10
Bespannstoff	1.50
Hartpapier	—.80
Lacke	2.—
Beschläge	3.40
Netzkabel und Stecker	2.10
Zusammen	237.—
Die gesamten Materialkosten beliefen sich also auf	237.—
Es wurden etwa 80 Arbeitsstunden gebraucht, bei 2.— DM je Stunde	160.—
Stromverbrauch für die Arbeiten etwa	6.—
Gesamtkosten des Gerätes	403.—
also rund	**400.—**

Diese Berechnung soll nur als Anhaltspunkt dienen. Der Amateur kann vieles preisgünstiger kaufen oder selbst herstellen. Selbstverständlich sieht eine industrielle Kalkulation wesentlich anders aus. Die Materialpreise werden nur ein Drittel betragen, dafür werden andere Unkosten hinzukommen.

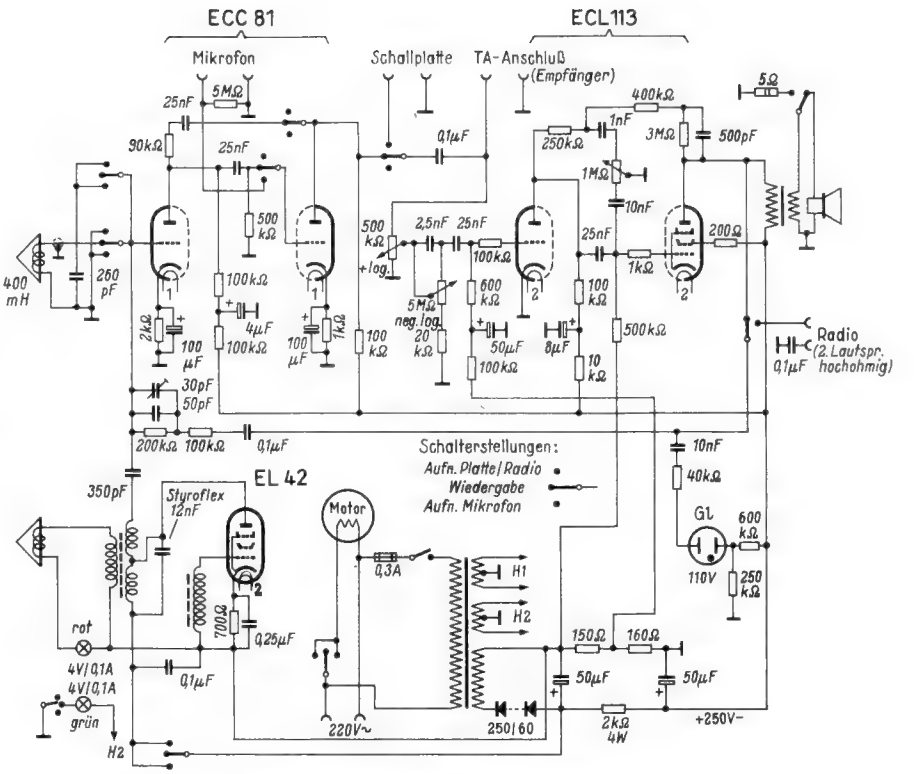


Bild 8. Schaltung des Tonbandgerätes

(Fortsetzung von Seite 521)

mit der sich weitgehende Frequenzgang-Korrekturen ermöglichen lassen. Die sonstige Schaltung ist in üblicher Weise aufgebaut.

Gewicht und Abmessungen des Gerätes sind nicht größer als bei einer Reiseschreibmaschine oder einem mittleren Reise-Empfänger. Der Preis stellt sich mit allen Einzelteilen, wie die beigefügte Aufstellung zeigt (bei Berechnung der Brutto-Preise!), auf nur etwa 240.— DM.

Meines Erachtens dürfte das Gerät industriell so herzustellen sein, daß es für etwa 400.— DM im Einzelhandel zu haben sein könnte. Die **Bilder 2** und **6** zeigen einige weitere Einzelheiten des ausgeführten Modells.

Technische Daten

Mechanischer Teil

Einphasen - Asynchronmotor, 4polig, 220 V/50 Hz, 40 W, 1400 U/min, max. 2×45 Min. Laufzeit.

Vorlauf: 19 cm/sec, Gummi-Andruckrolle, Filzbremsung, Filz-Rutschkupplung.

Rücklauf: Für 350 m Band etwa 6 Minuten. Mechanische Umschaltung durch Gummi-Reibräder.

Umschalter mechanisch mit dem elektrischen Schalter für den Motor gekuppelt. Schalterstellungen: Mitte: Aus (Sofortstop), Auf- und Abwickelspindel gebremst. Links: Vorlauf für Aufnahme und Wiedergabe. Rechts: Rücklauf.

Elektrischer Teil

Netzteil: Transformator mit 260 Volt Anodenwicklung und 2 × 6,3 Volt Heizung. Flachgleichrichter 60 mA. Lade- und Siebkondensatoren: je 50 µF.

Röhren: ECC 81 = zweistufiger Entzerrerteil (Wiedergabevorverstärkung). Bei Mikrofon-Aufnahme ein Triodenteil als Mikrofon-Vorverstärker.

ECL 113 = Niederfrequenz- u. Endverstärker. 2 W Ausgangsleistung. Lautstärkeregler mit Netzschalter. Getrennte Klangregler für Höhen und Tiefen. Lautsprecher abschaltbar.

EL 42: Hf-Generator. Löschstrom 50 kHz, ca. 50 mA.

Aussteuerungskontrolle: Glimmröhre.

Anschlüsse für: Mikrofon, Plattenspieler, Rundfunk.

Tonköpfe: Kombikopf 400 mHy, Spaltbreite 10 µ, Löschkopf 1 mHy.

Frequenzgang: ca. 50...12 000 Hz.

Abmessungen siehe **Bild 3.**

Gewicht: 6,5 kg

Anmerkung der Redaktion. Diese Ausführungen sollen nur allgemein mit der Konstruktion und der Preisgestaltung des Gerätes bekannt machen und Anregungen für eigene Entwürfe geben. Aus beruflicher Überlastung ist es dem Autor nicht möglich, eine ausführliche Bauanleitung zu verfassen. Der grundsätzliche Aufbau des Gerätes ist übrigens unter Nummer 1 689 890 (DBGM) beim Deutschen Bundes - Patentamt gesetzlich geschützt.

Hf-Widerstände und Rauschdioden

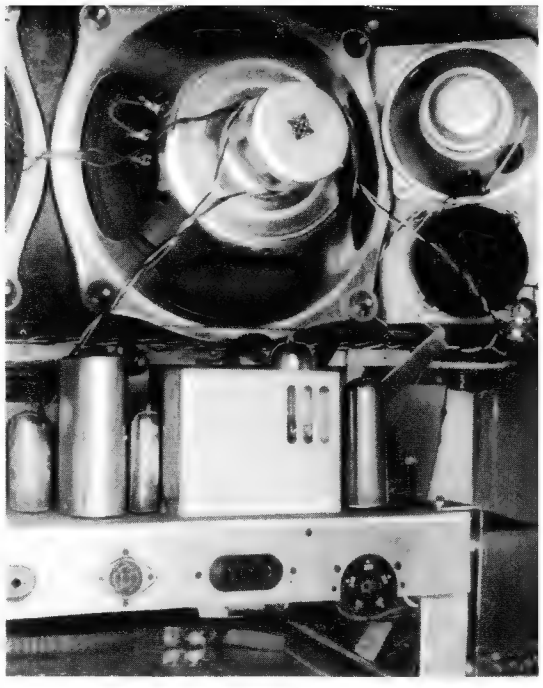
Bei der Erprobung von Hf-Generatoren größerer Leistung, z. B. von Industriegeneratoren, benötigt man bisweilen künstliche Antennen oder sonstige Hf-Widerstände, die in einem großen Belastungsbereich stromunabhängig sind. Die Verwendung normaler Kohlefaden-Glühlampen mit Schraubsockel ist hierfür nicht zweckmäßig. Deshalb hat die Valvo-GmbH einen speziellen Hf-Widerstand mit 2 × 75 Ω in einem Röhrenkolben herausgebracht. Der Faden ist in zwei Schleifen aufgeteilt, die wahlweise in Serie oder parallel geschaltet werden können. Für Leistungsmessungen kann jede Fadenhälfte bis zu 160 W belastet werden.

Die Anschlüsse liegen an drei Stiften in einem in Sinterglas - Technik ausgeführten Sockel, wie z. B. bei einer Senderöhre QB 3/300. Die Leitungsinduktivitäten und Schaltkapazitäten sind dadurch so gering, daß der Widerstand bis zu Frequenzen von 30 MHz verwendet werden kann.

Für Empfindlichkeitsmessungen bei allerhöchsten Frequenzen bringt es vielfach Vorteile, anstelle eines Meßsenders mit genau definierten Rauschspannungsquellen zu arbeiten. Im Zentimeterwellengebiet benutzt man dazu edelgasgefüllte Rauschdioden besonderer Formgebung, so daß sie z. B. in Hohlleiter eingebaut werden können. Für diese Zwecke stellt nunmehr Valvo zwei Spezial-Rauschdioden her. Der Typ K 50 A ist für Messungen bei einer Wellenlänge von 3 cm bestimmt und liefert eine Rauschzahl von 19,3 dB. Der Typ K 51 K ist für das 10-cm-Gebiet gedacht und liefert dort einen Pegel von 19,1 dB. Beide Typen sind weitgehend temperaturunabhängig, und der Anodenstrom hat nur wenig Einfluß auf die Eigenschaften.

Die Lautsprechergruppe im Rundfunkempfänger

Opus 6, das diesjährige Spitzengerät von Telefunken



In den Eckholmen angebrachte Raumklang-Lautsprecher beim Telefunken-Opus 6

Wechselstrom: 110, 125, 150, 220, 240 V
Röhrenbestückung: ECC 85, ECH 81, EF 89, EF 89, EABC 80, EC 92, 2 × EL 84, EM 80, Selen
8 AM-Kreise davon zwei abstimmbar
11 FM-Kreise davon zwei abstimmbar
Wellenbereiche: U, K, M, L
Tonreglung: Getrennte und stetig zu bedienende Baß- und Höhenregler
Zwischenfrequenz: 460 kHz, 10,7 MHz
Lautsprecher: 2 perm. - dyn. Lautsprecher 21 cm ⌀, 2 perm.-dyn. 10 cm ⌀, 2 stat. Lautsprecher 7 cm ⌀ (abschaltbar mit der Taste „Bandbreite")
Eingebaute drehbare Ferritantenne
Leistungsaufnahme ca. 75 W
Gehäuse: 64 × 41 × 28 cm
Preis: 498 DM

Schaltungsaufbau

Telefunken-Geräte zeichneten sich stets durch einen klaren Schaltungsaufbau ohne verwickelte Kunstschaltungen aus. Dies gilt auch für das diesjährige Gerät Opus 6, einen AM/FM-Super mit 8/11 Kreisen. Wie die Blockschaltung **Bild 1** zeigt, enthält der FM-Kanal den UKW-Baustein mit der Röhre ECC 85. Dann folgen ECH 81 und zwei Röhren EF 89 zur Zf-Verstärkung auf 10,7 MHz. Im AM-Teil liegt vor der Mischröhre ECH 81 der Vorkreis mit der Ferritantenne. Daran schließen sich zwei Zf-Verstärkerstufen mit den beiden Röhren EF 89 und drei Zf-Bandfilter an. Der Demodulator- und Nf-Teil enthält die Röhre EABC 80, ferner eine Triode EC 92 als Phasenumkehrröhre und zwei Endröhren EL 84 im Gegentakt. Der Hauptaufwand liegt bei den Lautsprechern. Insgesamt sechs Systeme sorgen für die Raumklang-Schallabstrahlung.

Hf- und Zf-Teil

Der Hf- und Zf-Teil enthält die FM- und Zf-Einheitsbausteine, die von Dipl.-Ing. W. Kausch in der FUNKSCHAU 1955, Heft 13, Seite 265, ausführlich beschrieben wurden. Beim FM-Empfang werden die Eingangstriode sowie die Hexode der ECH 81 und die erste Zf-Pentode EF 89 vom Ratiodetektor aus geregelt. Die zweite Pentode EF 89 arbeitet als Amplitudenbegrenzer. Aus **Bild 2** sind Empfindlichkeit und Signal/Rausch-Verhältnis bei kleinen Eingangsspannungen zu ersehen. Bereits bei ca. 1 µV Eingangsspannung ergibt sich ein Rauschabstand von 26 dB. Die eigentliche Begrenzerwirkung setzt bei ca. 6 µV ein, von diesem Wert ab ist die Lautstärke praktisch konstant, ganz gleich wie stark das Eingangssignal ist.

Die Wirksamkeit der acht hochwertigen Zf-Kreise für 10,7 MHz ist aus der Durchlaßkurve **Bild 3** zu erkennen. Für ± 3 MHz ergibt sich ein Trennschärfeverhältnis von 1 : 1450.

Im AM-Teil bildet die Ferritantenne die Selbstinduktion des Mittelwellen-Gitterkreises. Für LW-Empfang wird sie an eine Anzapfung der LW-Spule gelegt (vgl. „Die Schaltungstechnik der Ferritantenne", FUNKSCHAU 1955, Heft 13, Seite 269). Die beiden ersten AM-Bandfilter besitzen eine Zusatzwicklung für die zweistufige Bandbreitenregelung. Der hohe Verstärkungsüberschuß der beiden Zf-Röhren ermöglicht es, die Gitterkreise über einen kapazitiven Spannungsteiler lose an die Röhre anzukoppeln, damit Abstimmung und Güte der Kreise möglichst wenig durch die Röhre und durch die Regelung beeinflußt werden. In **Bild 4** sind die Zf-Durchlaßkurven für die Stellungen „Breit" und „Schmal" wiedergegeben. Man erkennt den gut symmetrischen Verlauf. Die Trennschärfe für ± 9 kHz ändert sich von 1 : 27 auf 1 : 800.

Der Tonfrequenzteil

Bild 8 stellt die ausführliche Schaltung des Demodulationsteiles und des Nf-Verstärkers dar. Die Diodenstrecken der Röhre EABC 80 dienen in üblicher Weise zur FM- und AM-Gleichrichtung. Der Demodulator steuert gleichzeitig zwei für einen Empfänger dieser Preisklasse sehr erwünschte Einrichtungen, eine UKW-Rauschunterdrückung und eine selbsttätige Tonblende, deren Arbeitsweise aus **Bild 5** zu erkennen ist. Ist im UKW-Bereich kein Empfangssignal vorhanden und arbeitet das Gerät mit höchster Verstärkung, dann steht am Ladekondensator des

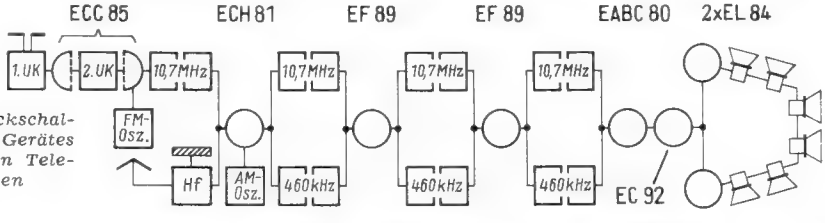


Bild 1. Blockschaltung des Gerätes Opus 6 von Telefunken

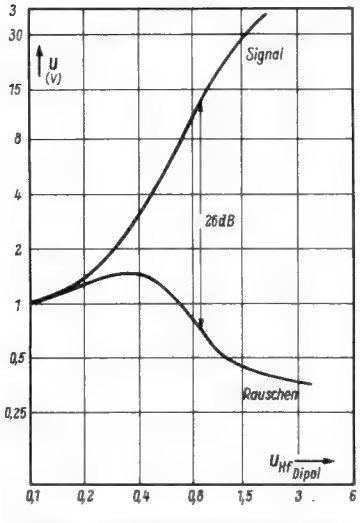


Bild 2. Ausgangsspannungen für Signal und Rauschen bei kleinen Eingangsspannungen (Modulation 1000 Hz, Hub 12,5 kHz)

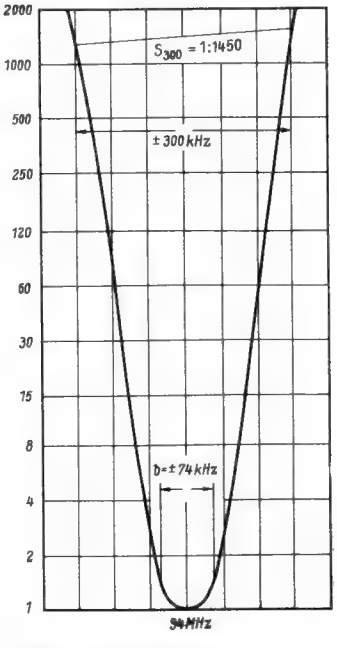


Bild 3. Durchlaßkurve für Zf = 10,7 MHz, gemessen von den Dipolbuchsen ab bei 94 MHz

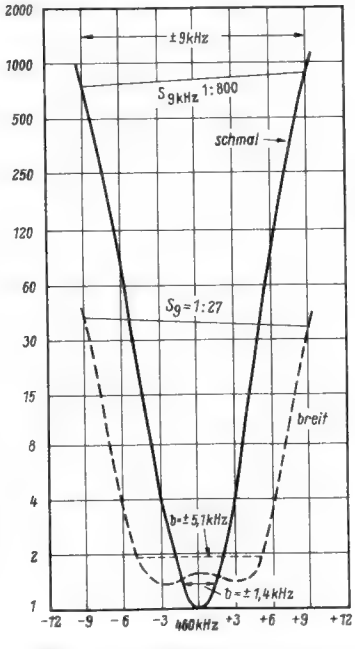


Bild 4. Durchlaßkurve für Zf = 460 kHz ab Gitter 1 der Röhre ECH 81

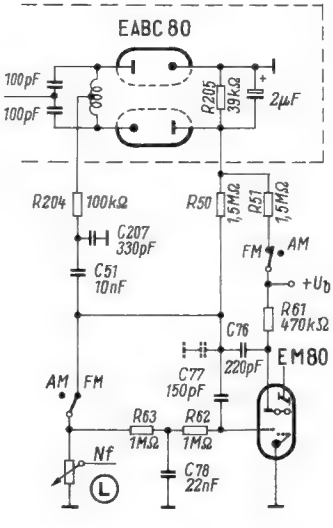


Bild 5. Schaltungsauszug für die Wirkung der Rauschunterdrückung und der automatischen Tonblende

Ratiodetektors eine durch das Rauschen verursachte negative Spannung. Diese wird bis auf einen kleinen Rest von einer aus dem Netzteil gewonnenen positiven Spannung kompensiert. Die Kompensation erfolgt mit Hilfe eines Spannungsteilers, der aus dem 1,5-MΩ-Widerstand R 51 und dem 39-kΩ-Widerstand R 205 mit parallelgeschaltetem Dioden-Innenwiderstand besteht. Am negativen Pol des Ladekondensators herrscht also während des Abstimmvorganges, nämlich solange kein Sender einfällt, praktisch die Spannung Null. Infolgedessen ist auch im Lautsprecher kein Rauschen zu hören. Beim Fernempfang schwacher Sender beginnt natürlich das Gerät wieder zu rauschen, so daß ein Beschneiden der hohen Tonfrequenzen erwünscht ist. Hierfür tritt die von Telefunken als „Denkende Tonblende" bezeichnete Einrichtung in Tätigkeit. Sie bewirkt eine von der Feldstärke abhängige Höhenschwächung. Das Mag. Auge EM 80 ist mit seinem Triodensystem zusätzlich als regelbare kapazitive Reaktanzröhre geschaltet. Seine aus dem Ratiodetektor gewonnene Steuerspannung bewirkt eine Arbeitspunktverschiebung des Triodensystems. Diese Arbeitspunktverschiebung bringt neben der Steuerung des Anzeigesystems in der verwendeten Schaltung Bild 5 eine Änderung der Eingangskapazität des zugehörigen Netzwerkes mit sich. Die wirksame Kapazität ist in Bild 5 gestrichelt angedeutet. Sie liegt zwischen der heißen Nf-Leitung und Masse und stellt für hohe Frequenzen einen mehr oder weniger großen kapazitiven Nebenschluß dar. Diese Kapazität wird um so größer, je schwächer der betreffende Sender einfällt. Bei 5000 Hz beträgt der Nf-Spannungsunterschied zwischen starken und schwachen UKW-Sendern etwa 5 : 1. Die Wirksamkeit dieser Anordnung geht aus der Tonfrequenz-Durchlaßkurve **Bild 6** hervor.

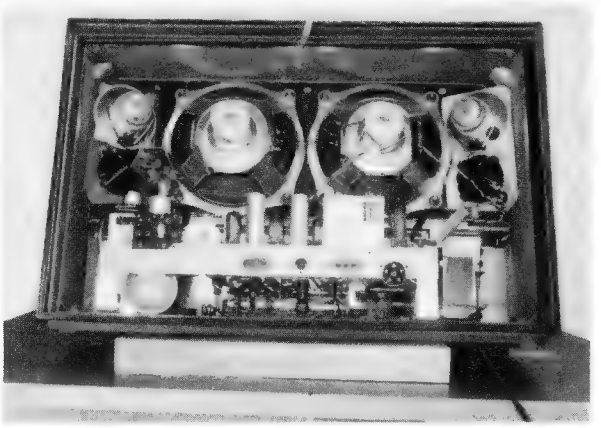


Bild 7. Die sechs Lautsprechersysteme bilden eine Art Kinokombination im kleinen

Die eigentliche Tonfrequenz gelangt in Bild 8 über verschiedene Schalterkontakte, die zum Umschalten von FM auf AM und zum Anschluß eines Plattenspielers oder Tonbandgerätes dienen, an den Scheitel des Lautstärkereglers. Davor liegt jedoch noch der Baßregler B. Er besteht aus einem 330-pF-Längskondensator, der durch einen regelbaren 16-MΩ-Widerstand überbrückt wird. Bei voll eingeschaltetem Widerstand werden die Tiefen abgeschnitten.

Der Lautstärkeregler besitzt zwei Anzapfungen mit RC-Gliedern zur gehörrichtigen Anhebung der Tiefen bei kleinen Lautstärken. Zusätzlich liegt jedoch noch ein 15-pF-Kondensator vom Scheitel des Lautstärkereglers bis zur ersten Anzapfung, um einen Nebenweg für die höchsten Höhen zu schaffen, damit die Brillanz des Klangbildes erhalten bleibt.

Auf den Lautstärkeregler folgt zunächst das Triodensystem der EABC 80 zur Verstärkung und dann die Phasenumkehrröhre EC 92 in Katodyne-Schaltung. Am Gitter dieser Röhre liegt der zweiseitige Höhenregler H. Steht der Schleifer des 500-kΩ-Potentiometers oben, dann wirkt der 10-nF-Kondensator als Tonblende. In der unteren Schleiferstellung dagegen werden über eine Kondensatoranordnung die Höhen aus dem Gegenkopplungskanal herausgenommen, also mehr verstärkt und angehoben. Verschiedene Schalterkontakte, die durch die Tasten für den UWK-Bereich, für Tonabnehmer oder Tonbandgerät betätigt werden, passen dabei die Höhenanhebung diesen verschiedenen Betriebsarten an. Bei Betätigung des Höhenreglers ergibt sich etwa der gleiche Regelbereich, wie in Bild 6 für automatische Klangblende angegeben. Der Baßregler regelt etwa im Verhältnis 15 : 1 herab.

Die guten Klangeigenschaften des Nf-Teiles kommen erst voll durch die umfangreiche Lautsprecheranordnung zur Wirkung. Nicht weniger als sechs Lautsprecher sind an der Vorderseite und in den Eckholmen des Gerätes angeordnet. Auf der Frontseite sitzen die beiden perm.-dyn. Hauptlautsprecher mit je 21 cm Durchmesser. Weiter sind zwei perm.-dyn. Hochtöner mit 10 cm Durchmesser über 50 µF als Hochtonweiche an eine Anzapfung des Ausgangsübertragers angeschlossen. Sie laufen in allen Wellenbereichen und bei allen Betriebsarten mit. Dagegen werden die beiden statischen Hochtonlautsprecher (7 cm ⌀) nur beim Drücken der Breitbandtaste hinzugeschaltet und setzen damit die „Glanzlichter" auf die Musik auf.

Auf die Anordnung der Seitenlautsprecher in den Eckholmen haben wir bereits in dem diesjährigen Neuheitenheft hingewiesen. Überraschend ist jedoch ein Blick in das Innere des Gerätes **(Bild 7)**. Die sechs Lautsprechersysteme bilden hier eine Art Kinokombination im Kleinen. Mit gutem Grund werden hier ausschließlich runde Lautsprecher verwendet, besteht doch bei ihnen die größere Sicherheit, daß die Membranen auch unter ungünstigen Umständen (feuchtes Klima) ihre Form und ihre Steifigkeit behalten und die Randsicken stets eine saubere, kolbenförmige Bewegung der Membran gewährleisten.

In Verbindung mit dem sorgfältig durchgebildeten Hf- und Nf-Teil ergeben sich mit dieser Lautsprecherkombination sowohl ausgezeichnete Empfangsmöglichkeiten als auch eine hervorragende Wiedergabe.

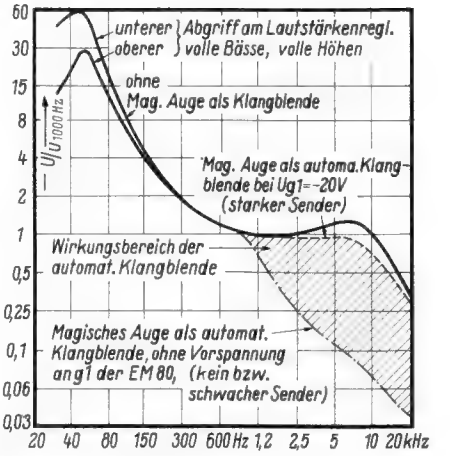


Bild 6. Frequenzgang des Nf-Verstärkers bei UKW am oberen Abgriff des Lautstärkereglers ohne Magisches Auge als automatische Klangblende (gemessen am Tieftonlautsprecher)

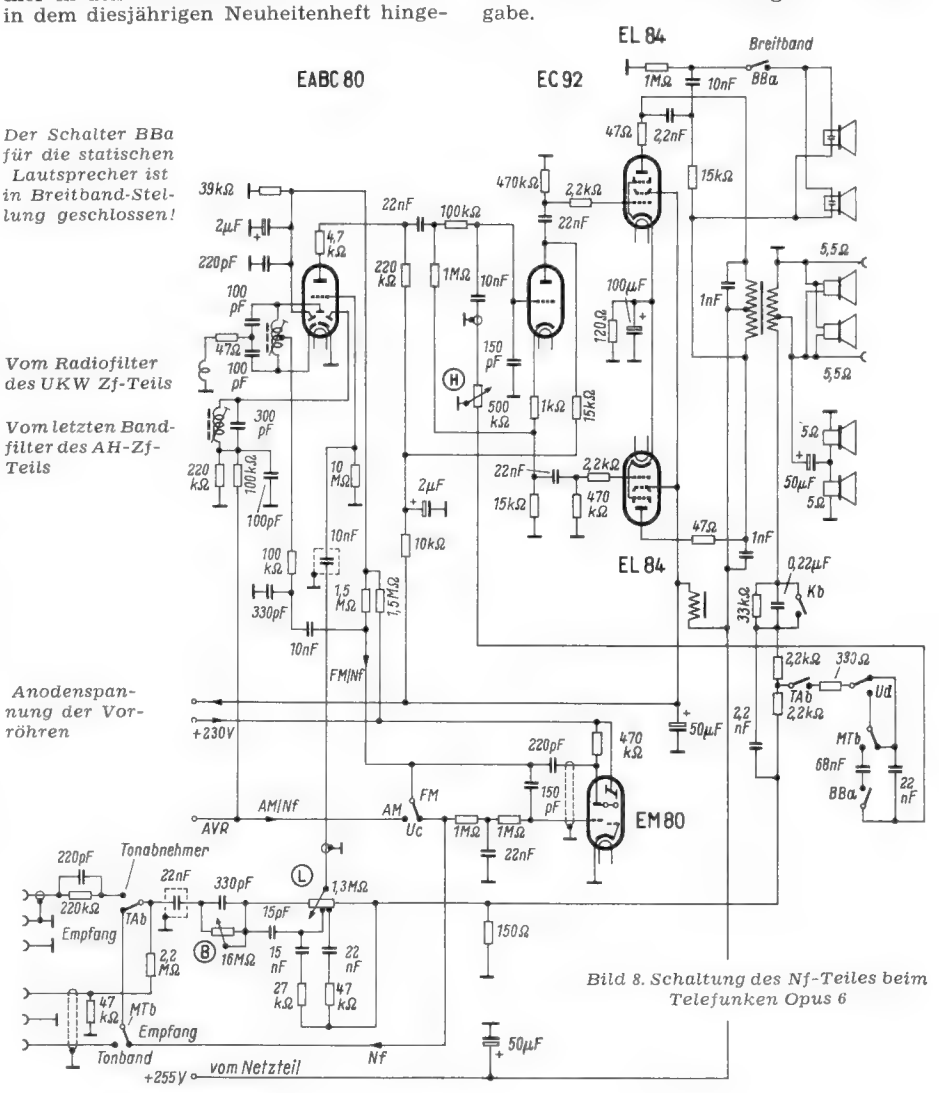


Bild 8. Schaltung des Nf-Teiles beim Telefunken Opus 6

Röhren-Dokumente

EF 86

Kling- und brummarme Nf-Pentode

Blatt 1

Allgemeines:

Die von Siemens, Telefunken und Valvo gebaute Nf-Pentode EF 86 wurde speziell als Eingangs- und Vorstufenröhre für hochwertige Nf-Verstärker entwickelt. Ein sehr kurzer und steifer Aufbau des Elektrodensystems macht die Röhre unempfindlich gegen mechanische Erschütterungen sowie gegen akustische Beeinflussungen, so daß eine sehr hohe Klingarmut erreicht werden konnte. Ebenso ist die köhre EF 86 unempfindlich gegen Heizfadenbrummen, so daß man auch in Verstärkern für höchste Güteansprüche auf eine gesonderte Gleichstromheizung verzichten kann.

Ohne besondere Maßnahmen gegen Mikrofonie darf die Röhre EF 86 mit einer Empfindlichkeit von 0,5 mV für eine Endstufen-Ausgangsleistung von 50 mW (bzw. 5 mV für 5 W) betrieben werden, wenn bei einer Lautsprecherleistung von 50 mW die mittlere Beschleunigung der Röhre bei Frequenzen > 500 Hz nicht mehr als 0,015 g und bei Frequenzen < 500 Hz nicht mehr als 0,06 g beträgt.

Der Brummstörpegel ist bei einem Wechselstromwiderstand im Gitterkreis $R_{g1} \sim < 0{,}5\ M\Omega$ für 50 Hz und einem Katodenkondensator $C_k > 100\ \mu F$ kleiner als $5\ \mu V$.

Die äquivalente Rauschspannung, bezogen auf Gitter 1, beträgt für den Frequenzbereich 25...10 000 Hz bei $U_b = 250$ V und $R_a = 100\ k\Omega$ etwa $2\ \mu V$.

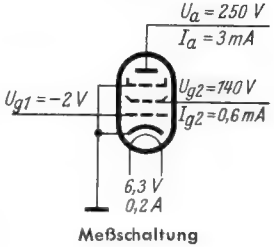
In Niederfrequenzverstärkern, die besonders hohe Qualitätsanforderungen erfüllen müssen und deren Frequenzbereich in Spezialfällen (z. B. in medizinischen Verstärkern) bis zu 1 Hz und teilweise noch darunter reicht, ist das durch den Funkeleffekt ausgelöste Rauschen unterhalb von 10 000 Hz nicht mehr zu vernachlässigen. Dieses Funkelrauschen, das frequenzabhängig ist und mit sinkender Frequenz zunimmt und sich besonders stark im Frequenzgebiet unterhalb von 1000 Hz bemerkbar macht, ließ sich bei der EF 86 auf einen so günstigen Wert bringen, daß es praktisch kaum noch eine Rolle spielt.

Die Nf-Pentode EF 86 ist mit dem Noval sockel (Pico-9-Sockel) ausgestattet, ihr Einbau kann in beliebiger Lage erfolgen.

Vorläufige Daten:

Heizung: Indirekt geheizte Oxydkatode, Parallel- oder Serienspeisung mit Gleich- oder Wechselstrom.

Heizspannung	U_f	6,3	V
Heizstrom	I_f	0,2	A



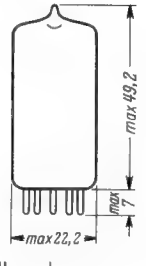
Meßschaltung

Meßwerte:

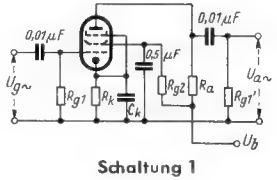
Anodenspannung	U_a	250	V
Bremsgitterspannung	U_{g3}	0	V
Schirmgitterspannung	U_{g2}	140	V
Gittervorspannung	U_{g1}	—2	V
Anodenstrom	I_a	3	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,6	mA
Steilheit	S	2	mA/V
Innenwiderstand	R_i	2,5	MΩ
Verstärkungsfaktor	μ_{g2g1}	38	

Kapazitäten: (ohne äußere Abschirmung)

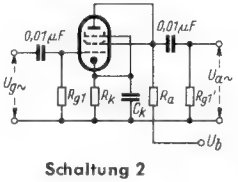
Eingangskapazität	C_e	4,0	pF
Ausgangskapazität	C_a	5,5	pF
Gitter 1 / Anode	$C_{g1/a}$	≦ 0,05	pF
Gitter 1 / Faden	$C_{g1/f}$	≦ 0,0025	pF



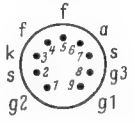
Kolbenabmessungen



Schaltung 1



Schaltung 2



Sockel von unten gesehen

Röhren-Dokumente

MW 43-64
MW 43-69

Rechteck-Bildröhre für Direktsicht mit regelbarer Apertur

Blatt 1

43-cm-Rechteck-Fernseh-Bildröhre mit Ionenfalle und sphärischem Schirm aus Filterglas und mit einstellbarem Strahldurchmesser (Vgl. Röhren-Dokumente MW 53—20).

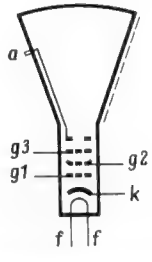
Das Elektrodensystem besitzt ein zusätzliches drittes Gitter, mit dessen Spannung der Durchmesser des Elektronenstrahles zu beeinflussen ist. Der Elektronenstrahl kann schärfer gebündelt werden (schmaler Strahl), dadurch ergibt sich nicht allein ein schärferer Lichtfleck, sondern auch eine bedeutende Verminderung der Defokussierung an den Bildrändern.

Bei Wahl von $U_{g3} = U_{g2}$ erzielt man eine schwache Vorfokussierung (große Apertur) und damit eine sehr gute Mittenschärfe bei etwas größeren Randfehlern. Bei der Verbindung des Hilfsgitters g_3 mit der Katode wird stark vorfokussiert (kleine Apertur) und eine sehr gute Randschärfe bei ein wenig verringerter Mittenschärfe erhalten. Zwischen diesen beiden Extremen läßt sich durch Einstellung eines Zwischenwertes von U_{g3} die Apertur, also der Strahldurchmesser, beliebig verändern, d. h. man hat jede Kompromissmöglichkeit zwischen einer besonders hohen Bildauflösung in der Mitte bei einer gewissen Ecken-Defokussierung und einer sehr gleichmässigen Bildqualität auf der ganzen Schirmfläche bei etwas verminderter Bildschärfe.

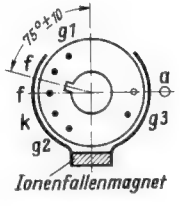
Die Bildröhren MW 43—64 und MW 43—69 werden unter gleicher Bezeichnung von Siemens, Telefunken und Valvo gebaut, Lorenz stellt nur die Röhre MW 43—64 her. Der Typ MW 43—69 besitzt als einzigen Unterschied gegenüber der MW 43—64 einen aluminisierten Schirm.

Allgemeines:

Elektrodensystem		Pentode
Frontplatte	Diagonale	ca. 425 mm
	Form	sphärisch
	Material	Filterglas (Lichtdurchlässigkeit ca. 67 %)
Schirm	bei der **MW 43-69**	metallhinterlegt
	Fluoreszenzfarbe	weiß
	Farbtemperatur	ca. 7500° K
	Nachleuchtzeit	mittel
	min. nutzbare Fläche	273 × 362 mm
Fokussierung		magnetisch
Ablenkung		magnetisch
Ablenkwinkel	horizontal	65°
	vertikal	50°
	diagonal	70°
Ionenfallenmagnet		ca. 60 Gauß
Sockel		Duodekal (7 Stifte)
Größte Länge einschl. Sockel		491 mm
Gewicht		8...8,5 kg



Elektrodenanordnung



Sockel von unten gesehen

Daten:

Heizung: Indirekt geheizte Oxydkatode, Parallel- oder Serienspeisung. Gleich- und Wechselstrom.

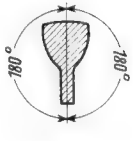
Heizspannung [1])	U_f	6,3	V
Heizstrom	I_f	0,3	A

Betriebswerte:

		Lorenz, Siemens Valvo	Telefunken	
Anodenspannung [2])	U_a	14	14	kV
Schirmgitterspannung [3])	U_{g2}	300	400	V
Hilfsgitterspannung	U_{g3}	0...250	0...400 [3])	V
Sperrspannung [4])				
bei U_{g2} = 300 V	U_{g1} sperr	— 40...— 86	-40...—86	V
= 400 V			—53...—115	V

Fokussierung vgl. Kennlinienfelder.

Der Außenbelag der Röhre ist zu erden.



Betriebslage

MW 43-64/69

Grenzwerte:

Anodenspannung [5])	$U_{a\,max}$	16	kV
	$U_{a\,min}$	10	kV
Schirmgitterspannung	$U_{g2\,max}$	410 [6])	V
	$U_{g2\,min}$	200	V
Hilfsgitterspannung	$U_{g3\,max}$	410 [6])	V
	$U_{g3\,min}$	—100	V
Steuergitterspannung	$U_{g1\,max}$	0	V
	$U_{g1\,min}$	—150	V
Positiver Spitzenwert	$U_{g1\,+sp}$	+2	V
Schirmbelastung [7])	$N_{sch\,max}$	6	W
Spannung zwischen Faden und Schicht [8])			
a) Faden negativ gegen Katode während der ersten 45 s der Anheizzeit	$U_{-\,f/k\,max}$	410	V
nach der Anheizzeit (Dauerbetrieb)	$U_{-\,f/k\,max}$	200	V
b) Faden positiv gegen Katode im Dauerbetrieb	$U_{+\,f/k\,max}$	125	V
Gitterableitwiderstand	$R_{g1\,max}$	1,5	MΩ
	$Z_{g1\,(50\,Hz)\,max}$	0,5	MΩ
Äußerer Widerstand zwischen Faden und Schicht	$R_{f/k\,max}$	20	kΩ
Dauerkurzschlußstrom des Netzgerätes		<5	mA

Wird eine der Bildröhrenelektroden aus einer Stromquelle gespeist, die bei Kurzschluß einen Spitzenstrom von 1 A oder mehr liefert, oder besitzt die Stromquelle einen Kondensator, dessen Ladung 250 µCoul übersteigt, dann sollen die Widerstände zwischen dem Siebkondensator der Betriebsspannungsquelle und den einzelnen Röhrenelektroden folgende Werte nicht unterschreiten:

Widerstand des Gitterkreises	150	Ω
Widerstand des Schirmgitterkreises	470	Ω
Widerstand des Hilfsgitterkreises	470	Ω
Widerstand des Anodenkreises [9])	16	kΩ

Kapazitäten:

Steuergitter gegen alle übrigen Elektroden	C_{g1}	ca. 7	pF
Katode gegen alle übrigen Elektroden	C_k	ca. 5	pF
Anode gegen leitenden Außenbelag	$C_{a/m\,min}$	750	pF
	max	1500 [10])...2000 [11])	pF

Anmerkungen:

[1]) Bei Serienspeisung darf die Heizspannung während der Anheizzeit 9,5 V nicht überschreiten, andernfalls ist ein Strombegrenzer in den Heizkreis zu schalten. Die max. zulässige Abweichung des Heizstromes beträgt ± 6 % vom Sollwert 0,3 A.

[2]) Helligkeit und Schärfe nehmen mit sinkender Anoden- und Schirmgitterspannung ab. Deshalb sollen im allgemeinen U_a nicht kleiner als 12 kV und U_{g2} nicht kleiner als 300 V gewählt werden.

[3]) $U_{g3} = 0$ V ergibt eine kleine, $U_{g3} = 400$ V eine große Apertur. Der für optimale Schärfe zu wählende Wert bestimmt sich aus den verwendeten Ablenkspulen.

[4]) Sperrspannung = Steuergitterspannung U_{g1} für den Einsatzpunkt des Strahlstromes I_s. Das ist der Punkt, bei dem der unabgelenkte fokussierte Leuchtfleck verschwindet ($I_s = 0$).

[5]) Bei $I_k = 0$ µA.

[6]) Für die Telefunken-Röhre: 460 V.

[7]) Bei voll ausgeschriebenem Raster.

[8]) Zur Vermeidung von Brummstörungen soll der Wechselstromanteil von $U_{f/k}$ möglichst niedrig sein, keinesfalls aber 20 V_{eff} überschreiten.

[9]) Falls die Hochspannung U_a aus einer niederfrequenten Stromquelle, z. B. 50 Hz, gewonnen wird, reicht die Kapazität zwischen Anode und Masse im allgemeinen nicht aus. Da aber ein zusätzlicher Kondensator meistens eine größere Ladung als 250 µCoul aufnimmt, muß in diesem Fall ein Begrenzungswiderstand zwischen dem zusätzlichen Kondensator und der Anode eingefügt werden.

[10]) Telefunken-Röhre. [11]) Lorenz-Röhre.

EF 86

Betriebswerte als Nf-Verstärker in Widerstandsverstärker-Schaltung.

a) in Pentodenschaltung (Schaltung 1)

Betriebsspannung	U_b	150	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	100	100	100	100	100	100	kΩ
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	470	390	390	390	390	390	kΩ
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	330	330	330	330	330	330	kΩ
Katodenwiderstand	R_k	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	kΩ
Katodenstrom	I_k	1,0	1,65	2,05	2,45	2,85	3,3	mA
Verstärkung	$U_{a\sim}/U_{g\sim}$	95	106	112	116	120	124	fach
Ausgangswechselspannung bei k = 5 %	$U_{a\sim}$	22	40	50	64	75	87	V_{eff}
Betriebsspannung	U_b	150	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	220	220	220	220	220	220	kΩ
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	MΩ
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	680	680	680	680	680	680	kΩ
Katodenwiderstand	R_k	2,7	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	kΩ
Katodenstrom	I_k	0,55	0,75	0,9	1,1	1,4	1,55	mA
Verstärkung	$U_{a\sim}/U_{g\sim}$	150	170	180	188	196	200	fach
Ausgangswechselspannung bei k = 5 %	$U_{a\sim}$	24,5	36	46	54	63	73	V_{eff}

b) in Triodenschaltung (g_2 an a, g_3 an k) (Schaltung 2)

Betriebsspannung	U_b	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	47	47	47	47	47	kΩ
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	150	150	150	150	150	kΩ
Anodenstrom	I_a	1,85	2,3	2,7	3,2	3,7	mA
Katodenwiderstand	R_k	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	kΩ
Verstärkung	$U_{a\sim}/U_{g\sim}$	23,5	23,5	24,0	24,5	24,5	fach
Ausgangswechselspannung [1])	$U_{a\sim}$	22	32	43	53	64	V_{eff}
Klirrfaktor [2])	k	3,1	3,5	3,8	4,0	4,5	%
Betriebsspannung	U_b	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	100	100	100	100	100	kΩ
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	330	330	330	330	330	kΩ
Anodenstrom	I_a	1,0	1,25	1,5	1,7	2,0	mA
Katodenwiderstand	R_k	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	kΩ
Verstärkung	$U_{a\sim}/U_{g\sim}$	27,5	28,0	28,5	28,5	28,5	fach
Ausgangswechselspannung [1])	$U_{a\sim}$	27,5	39,0	50,0	62,0	73,0	V_{eff}
Klirrfaktor [2])	k	3,3	3,7	3,8	4,0	4,0	%
Betriebsspannung	U_b	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	220	220	220	220	220	kΩ
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	680	680	680	680	680	kΩ
Anodenstrom	I_a	0,5	0,65	0,8	0,9	1,05	mA
Katodenwiderstand	R_k	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	kΩ
Verstärkung	$U_{a\sim}/U_{g\sim}$	30,5	30,5	31,0	31,5	32,0	fach
Ausgangswechselspannung [1])	$U_{a\sim}$	28	39	51	62	74	V_{eff}
Klirrfaktor [2])	k	3,1	3,5	3,7	3,7	3,8	%

Grenzwerte:

Anodenspannung	$U_{a\,max}$	300	V
Anodenkaltspannung	$U_{aL\,max}$	550	V
Schirmgitterspannung	$U_{g2\,max}$	200	V
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L\,max}$	550	V
Anodenbelastung	$Q_{a\,max}$	1	W
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2\,max}$	0,2	W
Katodenstrom	$I_{k\,max}$	6	mA
Gitterableitwiderstand für $Q_a < 0{,}2$ W	$R_{g1\,max}$	10	MΩ

[1]) Ausgangswechselspannung bei Aussteuerung bis zum Gitterstromeinsatz.

[2]) Der Klirrfaktor verläuft etwa proportional zur Ausgangswechselspannung.

Ingenieur-Beilage zur FUNKSCHAU

Nr. 9 **Dezember 1955**

Einfaches Meßverfahren für komplexe Widerstände

Von Ing. H. Spiro

Werte von unbekannten Widerständen lassen sich ermitteln, indem man die Widerstände einem abgestimmten Resonanzkreis parallel schaltet und die dadurch entstehende Verstimmung und Dämpfung des Kreises feststellt. Hierfür werden die Berechnungsgrundlagen entwickelt und eine praktische Schaltung für Messung bei Rundfunkfrequenzen angegeben.

Oftmals steht man vor der Aufgabe, komplexe Widerstände nach Betrag und Phase nachmessen zu müssen, ohne entsprechende Meßgeräte zur Verfügung zu haben. Wer Rechnungen nicht scheut, und einen Hf-Generator (z. B. Empfänger-Meßsender) und ein Röhrenvoltmeter zur Verfügung hat, wird mit der im folgenden beschriebenen Anordnung solche Messungen ohne großen Aufwand ausführen können. Bei Meßfrequenzen zwischen 100 und 700 kHz hat der Verfasser damit Kondensatoren von 0,5 pF bis 2000 pF, Spulen von 50 µH bis 0,5 H und sonstige komplexe Widerstände mit Beträgen zwischen 0,5 und 500 kΩ und Phasenwinkeln zwischen — 90° und + 90° gemessen. Ferner lassen sich damit u. a. Gegeninduktivitäten, Vierpolkonstanten, und in gewissen Bereichen Verlustwinkel und Gütefaktoren von Spulen messen.

Prinzip der Meßanordnung und theoretische Grundlagen

Man denke sich nach *Bild 1* einen Schwingkreis, der aus einer Spule L_1 und einem Drehkondensator C aufgebaut ist. Gibt man auf den Kreis eine konstante und genau bestimmte Frequenz f (z. B. mit Hilfe eines Meßsenders), so läßt sich der Kreis mit C auf Resonanz abstimmen. Zur Anzeige der Resonanz wird ein Röhrenvoltmeter verwendet. Schaltet man danach dem Kreis einen unbekannten komplexen Widerstand $\mathfrak{R}$ parallel, so wird man die Kapazität des Drehkondensators verändern müssen, um erneut Resonanz zu erhalten. Ist $\mathfrak{R}$ eine Kapazität $\left(\mathfrak{R} = \frac{1}{j\omega C}\right)$, so muß man den Kondensator herausdrehen, ist $\mathfrak{R}$ eine Induktivität ($\mathfrak{R} = j\omega L$), so muß man C weiter eindrehen. Mit Hilfe der Resonanzschärfe ϱ des Kreises kann man auf ähnliche Weise auch den ohmschen Anteil von $\mathfrak{R}$ bestimmen, so daß sich damit Betrag, Phasenwinkel, Gütefaktor usw. von $\mathfrak{R}$ ermitteln lassen.

Die zu messende Impedanz $\mathfrak{R}$ denke man sich als Parallelschaltung eines ohmschen Widerstandes R′ und eines Blindwiderstandes X′ (wobei X′ kapazitiv oder induktiv sein kann).

Dann ist

$$\frac{1}{\mathfrak{R}} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{jX'} \qquad (1)$$

Bevor $\mathfrak{R}$ dem Schwingkreis parallel gelegt wird, gilt für diesen allein

$$\omega^2 = \frac{1}{L_1 C_1} \qquad (2)$$

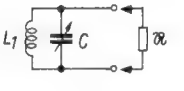


Bild 1. Durch Parallelschalten eines komplexen Widerstandes ändert sich die Abstimmung des Kreises. Nach dem Einstellen der ursprünglichen Resonanzfrequenz mit Hilfe des Kondensators C lassen sich aus den Werten für C die Daten des unbekannten komplexen Widerstandes errechnen

dabei ist ω die aufgedrückte Frequenz (Kreisfrequenz) und C_1 die Kondensatoreinstellung bei Resonanz; L_1 ist konstant.

Wird nun $\mathfrak{R}$ dem Kreis parallel gelegt, so muß der Kondensator von C_1 auf C_2 verstellt werden. Hierbei können zwei Fälle eintreten:

a) $\mathfrak{R}$ ist kapazitiv, d. h.

$$X' = -\frac{1}{\omega C'}$$

Dann ist mit Gleichung (2)

$$\omega^2 = \frac{1}{L_1 (C_2 + C')} = \frac{1}{L_1 C_1}$$

$$-\frac{1}{\omega C'} = \frac{1}{\omega (C_2 - C_1)} \qquad (3)$$

b) $\mathfrak{R}$ ist induktiv, d. h.

$$X' = \omega L'$$

Dann ist

$$\omega^2 = \frac{1}{L_2 C_2} \qquad \text{wobei}$$

$$L_2 = \frac{L_1 L'}{L_1 + L'}$$

somit ergibt sich

$$\frac{1}{\omega C_2} = \frac{\omega L'}{1 + \omega^2 L' C_1}$$

$$\omega L' = \frac{1}{\omega (C_2 - C_1)} \qquad (4)$$

Da die Gleichungen (3) und (4) identisch sind, so ergibt sich in beiden Fällen

$$X' = \frac{1}{\omega (C_2 - C_1)} \qquad (5)$$

Bezeichnet man die gesamte Schwingkreiskapazität nach Parallelschaltung von $\mathfrak{R}$ mit C^3, so folgt:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{für induktives } X' \text{ ist } C_2 \geqq C_1 & \text{und } C_3 = C_2 \\ \text{für kapazitives } X' \text{ ist } C_2 \leqq C_1 & \text{und } C_3 = C_1 \end{array}\right\} \qquad (6)$$

Der ohmsche Anteil von $\mathfrak{R}$ (R′) wird mit Hilfe der Resonanzschärfe des Schwingkreises bestimmt. Die Resonanzschärfe eines Parallelkreises ist gegeben durch

$$\varrho = R_p \sqrt{\frac{C_r}{L}} = R_p \, \omega \, C_r \qquad (7)$$

wobei R_p der aus dem L/C-Verhältnis, aus dem ohmschen Spulenwiderstand und aus allen sonstigen Verlusten des Kreises gebildete äquivalente Parallelwiderstand ist.

Bevor die unbekannte Impedanz dem Kreis parallel gelegt wird, hat dieser laut Gleichung (7) die Resonanzschärfe

$$\varrho_1 = R_{p1}\,\omega\,C_1 \tag{8}$$

Wird $\mathfrak{R}$ dem Kreis parallel gelegt, so ändert sich ϱ. Mit den Beziehungen (6) und (7) wird

$$\varrho_2 = R_{p2}\,\omega\,C_3 \tag{9}$$

Hierbei ist R_{p2} die Parallelschaltung aus R_{p1} und dem unbekannten Widerstand R'

$$R_{p2} = \frac{R_{p1}\cdot R'}{R_{p1}+R'} \qquad R' = \frac{R_{p1}\cdot R_{p2}}{R_{p1}-R_{p2}} \tag{10}$$

Setzt man Gleichung (8) und (9) in (10) ein, so erhält man

$$R' = \frac{\varrho_1\,\varrho_2}{\omega(C_3\,\varrho_1 - C_1\,\varrho_2)} \tag{11}$$

Für einen Parallelkreis, der bei gegebener Frequenz betrieben und durch einen Drehkondensator verstimmt wird, gilt mit guter Näherung

$$\varrho = \frac{2\,C_r}{\Delta\,C} \tag{12}$$

Hierbei ist $\Delta\,C = C_{45} - C_{-45}$, wobei C_{45} und C_{-45} die rechts und links von C_r liegenden Kondensatoreinstellungen sind, für die 45°-Verstimmung[1]) eintritt. Mit Gleichung (12) wird demnach

$$\varrho_1 = \frac{2\,C_1}{\Delta\,C_1} \qquad \varrho_2 = \frac{2\,C_3}{\Delta\,C_2} \tag{13}$$

Gleichung (13) in (11) eingesetzt ergibt:

$$R' = \frac{\dfrac{2\,C_1}{\Delta\,C_1}\cdot\dfrac{2\,C_3}{\Delta\,C_2}}{\omega\left(\dfrac{2\,C_1\,C_3}{\Delta\,C_1} - \dfrac{2\,C_1\,C_3}{\Delta\,C_2}\right)}$$

$$R' = \frac{2}{\omega(\Delta\,C_2 - \Delta\,C_1)} \tag{14}$$

Aus den Gleichungen (5) und (14) ergibt sich schließlich laut Gleichung (1)

$$\frac{1}{\mathfrak{R}} = \frac{\omega}{2}\,(\Delta\,C_2 - \Delta\,C_1) - j\,\omega\,(C_2 - C_1)$$

und daraus wird

$$\mathfrak{R} = \frac{1}{\omega\left[\dfrac{1}{2}\,(\Delta\,C_2 - \Delta\,C_1) + j\,(C_1 - C_2)\right]} \tag{15}$$

Dies ist die grundlegende Gleichung zur Bestimmung eines komplexen Widerstandes nach der Schwingkreismeßmethode.

Praktische Ausführung der Meßanordnung

Die praktische Messung wird unter Verwendung der Gleichung (15) durchgeführt. Zur Bestimmung der unbekannten Impedanz interessieren weder die Größe der Kreisinduktivität L noch die absolute Größe der Kreiskapazität C_1 bzw. C_2. Wesentlich ist allein die Kenntnis der Kapazitätsdifferenzen $C_1 - C_2$ und $\Delta C_2 - \Delta C_1$. Es kann daher ein Schwingkreis nach *Bild 2* wie folgt benutzt werden. Der Schwingkreis wird für sich (ohne Parallelschaltung von $\mathfrak{R}$) mit einem normalen ungeeichten 500-pF-Drehkondensator C_p grob auf Resonanz abgestimmt. C_p wird dann über die ganze weitere Messung nicht mehr verändert. Nun wird mit einem in Pikofarad geeichten Meßdrehkondensator C_m genau auf Resonanz abgeglichen und die Resonanzstellung als C_1 notiert. Danach wird $\mathfrak{R}$ parallel geschaltet und nur durch Veränderung von C_m die neue Resonanzstellung eingestellt und als C_2 notiert. Die sich ergebende Kapazitätsdifferenz $C_1 - C_2$ ist der zur Bestimmung von $\mathfrak{R}$ gesuchte Wert und zwar völlig unabhängig von der Größe C_p oder weiterer Parallelkapazitäten.

Die Differenz $\Delta C_2 - \Delta C_1$ wird auf die gleiche Weise nur mit Hilfe des Meßkondensators C_m festgestellt. Man stellt hierzu C_1 ein, dies wird durch maximalen Ausschlag am Anzeigegerät (Röhrenvoltmeter) festgestellt. Die angezeigte Spannung sei U_1. Dann verdreht man C_m nach rechts und links solange, bis das Instrument $\frac{U_1}{\sqrt{2}}$ anzeigt. Die hierzu gehörenden Kondensatorstellungen sind C_{1+45^0} und C_{1-45^0}, woraus sich $\Delta C_1 = C_{1+45^0} - C_{1-45^0}$ ergibt. Hat man auf gleiche Weise ΔC_2 ermittelt, so ist wieder $\Delta C_2 - \Delta C_1$ der zur Bestimmung von $\mathfrak{R}$ gesuchte Wert, völlig unabhängig von der Stellung des Kondensators C_p.

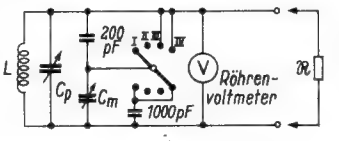


Bild 2. Der vollständige Meßkreis mit Bereichumschaltung

Die hier etwas umständlich klingende Messung ist in der Praxis mit etwas Übung sehr rasch ausführbar. Der Verfasser hat gewöhnlich C_1 eingestellt, danach gleich C_{1+45^0} und C_{1-45^0}. Dann wurde $\mathfrak{R}$ parallel geschaltet und sofort C_2 eingestellt, danach C_{2+45^0} und C_{2-45^0}. Damit ist die Messung bereits erledigt und alles weitere wird rechnerisch durchgeführt.

Da ein großer Teil der notwendigen Kreiskapazität vom Kondensator C_p aufgebracht wird, kann der Bereich des Meßdrehkondensators C_m durch feste Kondensatoren so eingeengt werden, so daß es möglich ist, auch kleinste Kapazitätsdifferenzen von < 1 pF einwandfrei zu messen. Es sind daher in Bild 2 vier Schalterstellungen vorgesehen. Oft ist es zweckmäßig, zur Messung von ΔC eine andere Schalterstellung zu benutzen als zur Messung von $C_1 - C_2$.

Nimmt man für C_m einen parallel geschalteten Zweifachdrehkondensator (Endkapazität 1000 pF) möglichst guter Ausführung und als Dehnungskondensatoren solche keramischer Ausführung mit 200 pF $\pm$ 1 % und 1000 pF $\pm$ 1 %, so muß man lediglich den Drehkondensator von 10 zu 10 pF möglichst genau eichen, um Kapazitätsdifferenzen von 0,5 pF bis 2000 pF in vier Bereichen überstreichen zu können. (Die Eichung kann man mit einfachsten Mitteln selbst durchführen, wie am Schluß des Aufsatzes beschrieben wird.) Die eingestellte Kapazität ist dann:

im Bereich I $\quad C = \dfrac{200\,(1000 + C_m)}{1200 + C_m}$

im Bereich II $\quad C = \dfrac{200\,C_m}{200 + C_m}$

im Bereich III $\quad C = C_m$

im Bereich IV $\quad C = C_m + 1000$

Unter Verwendung der Schaltung Bild 2 wird die vollständige Meßschaltung aufgebaut, die *Bild 3* zeigt.

Von einem abstimmbaren Generator (z. B. Empfänger-Meßsender) wird die Meß-Spannung geliefert und auf

[1]) 45°-Verstimmung bedeutet, daß der Phasenwinkel der Anordnung um 45° gegen die Nullage verstimmt wird. Die Amplitude am Kreis sinkt hierbei auf den Wert $\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0{,}7$ ab.

einen stark gegengekoppelten Verstärker gegeben. Im Anodenkreis der Röhre liegt der Meßkreis nach Bild 2. Durch die Gegenkopplung wird erreicht, daß der Innenwiderstand des Verstärkers sehr hoch gegenüber dem Resonanzwiderstand des Kreises ist ($R_i \gg \mathfrak{R}_a$). Damit ist der Anodenwechselstrom vom Außenwiderstand unabhängig. Die vom Röhrenvoltmeter angezeigte Spannung am Meßkreis ist somit dem Wechselstromwiderstand des Kreises direkt proportional, dies ist Voraussetzung für die Gültigkeit der abgeleiteten Formeln und damit für die Richtigkeit der Messung.

Der Schalter S_1 dient als Wellenschalter, so daß ein Bereich von ca. 100 bis 700 kHz überstrichen werden kann. Als Spule kann eine ganz normale Einkreiserspule für Mittel- und Langwellen Verwendung finden. Die in Verbindung mit S_1 angegebenen Kondensatoren von 500 pF und 1000 pF können größere Toleranz aufweisen. Die wenigen kritischen Teile der Schaltung sind der Meßdrehkondensator C_m und seine beiden Einengungskondensatoren von 200 pF und 1000 pF. Von der Genauigkeit dieser drei Schaltelemente hängt die Genauigkeit der gesamten Messung ab.

Durchführung und Auswertung der Messung

1. Messung von Kapazitäten und Induktivitäten

Interessiert nur der Imaginärteil eines Wechselstromwiderstandes, d. h. seine Kapazität bzw. Induktivität, dann vereinfacht sich Gl. (15) entsprechend.

Für eine unbekannte Kapazität erhält man

$$C_x = C_1 - C_2 \tag{16}$$

Für eine unbekannte Induktivität ergibt sich

$$L_x = \frac{1}{\omega^2 (C_2 - C_1)} \tag{17}$$

2. Messung von Gegeninduktivitäten

Nach einem von Trowbridge angegebenen Meßverfahren schaltet man die beiden Wicklungen der Gegeninduktivität in Reihe und mißt die Impedanz der Reihenschaltung. Sie beträgt

$$\mathfrak{R}' = R_1 + R_2 + j\omega (L_1 + L_2 + 2\,M) \tag{18}$$

wobei R_1, R_2, L_1 und L_2 die ohmschen Widerstände bzw. Induktivitäten der einzelnen Wicklungen sind und M die Gegeninduktivität ist.

In dieser Gleichung tritt der Wert 2 M auf, da der gleiche Strom durch beide Wicklungen fließt und daher einmal Wicklung I auf Wicklung II induzierend wirkt, und außerdem in gleichem Sinne Wicklung II auf Wicklung I.

Nach Durchführung der Messung vertauscht man die Anschlüsse einer Wicklung. Damit wirkt die gegenseitige Induktion entgegengesetzt wie bei der ersten Messung. Folglich erhält man als Impedanz für die Reihenschaltung der gegeneinander geschalteten Wicklungen

$$\mathfrak{R}'' = R_1 + R_2 + j\omega\ (L_1 + L_2 - 2\,M) \tag{19}$$

Zieht man Gleichung (19) von Gleichung (18) ab, so ergibt sich

$$\mathfrak{R}' - \mathfrak{R}'' = j\omega\, 4\,M$$

und daraus

$$M = \frac{\mathfrak{R}' - \mathfrak{R}''}{j4\omega} \tag{20}$$

Praktisch mißt man demnach mit Hilfe der Schwingkreismeßmethode die Impedanz $\mathfrak{R}'$, polt dann eine Spule um, mißt anschließend $\mathfrak{R}''$ und berechnet daraus M nach Gleichung (20). Die Messung selbst wird normal durchgeführt, wobei sich $\mathfrak{R}'$ bzw. $\mathfrak{R}''$ nach Gleichung (15) ergeben.

3. Messung des Verlustwinkels von Kondensatoren

Ein verlustbehafteter Kondensator kann bekanntlich als Parallelschaltung eines reinen Kondensators C′ und eines reinen Widerstandes R′ (Isolationswiderstand, dielektrische Verluste usw.) aufgefaßt werden. Es ergibt sich dann

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{R'\,\omega\,C'} \tag{21}$$

Da sowohl R′ als auch C′ nach der Schwingkreismethode meßbar sind, ergibt sich aus Gleichung (21) nach Einsetzen der Gleichungen (3) und 14)

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\Delta C_2 - \Delta C_1}{2\,(C_1 - C_2)} \tag{22}$$

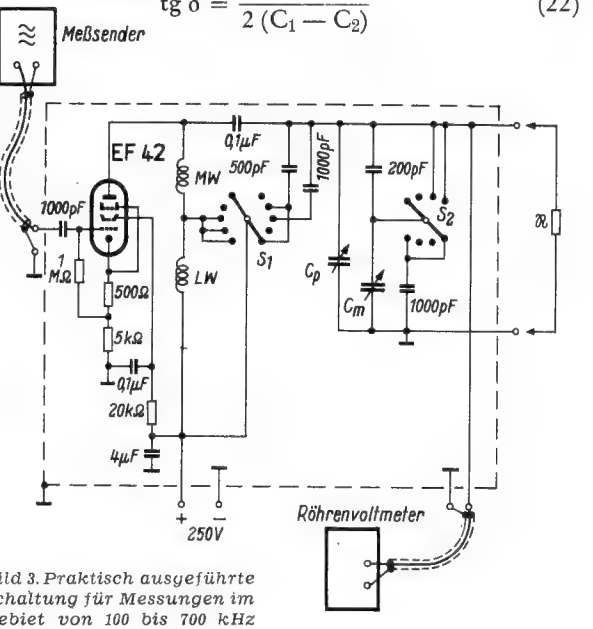


Bild 3. Praktisch ausgeführte Schaltung für Messungen im Gebiet von 100 bis 700 kHz

Die praktische Durchführung der Messung geschieht genau wie bei der Messung einer unbekannten Impedanz $\mathfrak{R}$, nur daß statt Gleichung (15) die Gleichung (22) zur Auswertung des Meßergebnisses angewendet wird.

4. Messung der Spulengüte

Eine Spule kann als Reihenschaltung einer reinen Induktivität L und eines rein ohmschen Widerstandes R aufgefaßt werden, wobei R den Ersatz für den ohmschen Widerstand der Wicklung, für Wirbelstrom- und eventuell Hystereseverluste darstellt. Es ist dann $\mathfrak{R}_L = R + jwL$ und als Spulengüte Q wird der Quotient $Q = \frac{\omega L}{R}$ bezeichnet.

Die gleiche Spule kann aber auch als Parallelschaltung einer reinen Induktivität L′ und eines reinen Widerstandes R′ aufgefaßt werden, wobei L′ und R′ dann so groß sind, daß

$$\mathfrak{R}_L = \frac{j\omega\,L'\,R'}{R' + j\omega\,L'} = R + j\omega\,L$$

In diesem Fall ist die Spulengüte

$$Q = \frac{R'}{\omega L'} \tag{23}$$

Da sowohl R′ als auch L′ nach der Schwingkreismethode meßbar sind, ergibt sich aus (23) nach Einsetzen der Gleichungen (4) und (14)

$$Q = \frac{2\,(C_2 - C_1)}{\Delta C_2 - \Delta C_1} \tag{24}$$

5. Messung der Schwingkreisgrößen eines unbekannten Parallelkreises

Ein Parallelkreis ist die Parallelschaltung einer Spule L′, eines Kondensators C′ und eines Widerstandes R′, wobei R′ sämtliche im Kreis auftretenden Verluste symbolisiert. Bei einer beliebigen Frequenz hat dieser Schwingkreis den Leitwert

$$\mathfrak{G} = \frac{1}{R'} + j\omega C' + \frac{1}{j\omega L'} \qquad \mathfrak{G} = G' + jy' \tag{25}$$

$\frac{1}{R'} = G'$ kann, solange in der Größenordnung der Resonanzfrequenz des Kreises gemessen wird, als frequenzunabhängig betrachtet werden. Es kann daher bei beliebiger Frequenz gemessen werden. Die Größen C′ und L′ bestimmt man durch Messung mit zwei verschiedenen Frequenzen. Es ist

$$y'_I = \omega_I C' - \frac{1}{\omega_I L'}$$

$$y'_{II} = \omega_{II} C' - \frac{1}{\omega_{II} L'}$$

Hieraus ergibt sich, wie leicht nachzurechnen ist

$$L' = \frac{\omega_{II}^2 - \omega_I^2}{\omega_I \omega_{II}\,(\omega_I y'_{II} - \omega_{II} y'_I)}$$

Bestimmt man y'_I und y'_{II} nach der Schwingkreismeßmethode, so erhält man entsprechend Gleichung 5

$$L' = \frac{\omega_{II}^2 - \omega_I^2}{\omega_I^2 \cdot \omega_{II}^2} \cdot \frac{1}{C_{II\,2} - C_{II\,1} - C_{I\,2} + C_{I\,1}} \tag{26}$$

Hat man L′ bestimmt, so ergibt sich auch C′ zu

$$C' = (C_{I\,2} - C_{I\,1}) + \frac{1}{\omega_I^2 L'} \tag{27}$$

Der Verlustwiderstand R′ kann bei beliebiger Frequenz gemessen werden und beträgt

$$R' = \frac{2}{\omega\,(\Delta C_2 - \Delta C_1)} \tag{28}$$

Mit den nun bekannten Größen C′, L′ und R′ ergeben sich die Resonanzfrequenz des Kreises zu

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L'\,C'}} \tag{29}$$

und die Resonanzschärfe zu

$$\varrho = R' \sqrt{\frac{C'}{L'}} \tag{30}$$

6. Messung von Vierpolkonstanten

Von Filtern, Leitungen und Vierpolen aller Arten interessieren vielfach der Wellenwiderstand und das Übertragungsmaß in Abhängigkeit der Frequenz bzw. bei ganz bestimmten Frequenzen.

Man mißt von dem unbekannten Vierpol mit der Schwingkreismeßmethode die Leerlaufimpedanz $\mathfrak{R}_L$, indem man den Vierpol an seinem Ausgang offen läßt und am Eingang nach Gleichung (15) mißt, als sei der Vierpol ein einfacher komplexer Widerstand. Anschließend wird der Ausgang des Vierpols kurzgeschlossen und die Kurzschlußimpedanz $\mathfrak{R}_K$ gemessen. Daraus ergibt sich der Wellenwiderstand zu:

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\mathfrak{R}_L \cdot \mathfrak{R}_K} \tag{31}$$

Der hyperbolische Tangens des Übertragungsmaßes ist

$$\mathfrak{Tg}\,\mathfrak{g} = \mathfrak{M} = M\,e^{j\varphi} = \sqrt{\frac{\mathfrak{R}_K}{\mathfrak{R}_L}} \tag{32}$$

Daraus ergeben sich das Dämpfungsmaß

$$\mathfrak{Tg}\;2b = \frac{2\,M\cos\varphi}{1 + M^2} \qquad b = \frac{1}{2}\,\mathfrak{Ar}\,\mathfrak{Tg}\,\frac{2\,M\cos\varphi}{1 + M^2} \tag{33}$$

und das Winkelmaß

$$\operatorname{tg} 2a = \frac{2\,M\sin\varphi}{1 - M^2} \qquad a = \frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\frac{2\,M\sin\varphi}{1 - M^2} \tag{34}$$

und schließlich das Übertragungsmaß

$$\mathfrak{g} = b + ja \tag{35}$$

Ist der untersuchte Vierpol eine Leitung, so lassen sich aus der Messung von $\mathfrak{R}_L$ und $\mathfrak{R}_K$ auch direkt die Leitungskonstanten L, C, R und G als kilometrische Werte ableiten. Man kann dann $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{g}$ für jede beliebige Frequenz berechnen.

Es ist

$$R + j\omega L = \frac{\mathfrak{Z} \cdot \mathfrak{Tg}\,\mathfrak{g}}{l}$$

wobei l die Leitungslänge in km ist. Der Realteil ist der Leitungswiderstand R in Ω/km. Der Imaginärteil gibt für die Meßfrequenz die Leitungsinduktivität L in H/km an. Nach Gleichung (31) und (32) ist demnach

$$R + j\omega L = \frac{\mathfrak{R}_K}{l} \tag{36}$$

Ferner ist

$$\frac{\mathfrak{Tg}\,\mathfrak{g}}{\mathfrak{Z} \cdot l} = G + j\omega C$$

Nach (31) und 32) ist damit

$$G + j\omega C = \frac{1}{l\,\mathfrak{R}_L} \tag{37}$$

wobei G die Ableitung in S/km und C die Leitungskapazität in F/km ist. Nachdem nun die Leitungskonstanten R, L, G und C bekannt sind, lassen sich hieraus $\mathfrak{Z}$ und $\mathfrak{Tg}\,\mathfrak{g}$ und damit $\mathfrak{g}$ leicht für jede Frequenz bestimmen.

Es ist

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \tag{38}$$

und

$$\mathfrak{Tg}\,\gamma l = \mathfrak{Tg}\,\mathfrak{g} = \mathfrak{M} = \sqrt{(R + j\omega L)\,(G + j\omega C)} \tag{39}$$

wobei $\gamma = \beta + j\alpha$ (40)

folglich

$$\gamma = \frac{\vartheta}{l} \quad \mathrm{km}^{-1}$$

$$\beta = \frac{b}{l} \quad \frac{\text{Neper}}{\text{km}}$$

$$\alpha = \frac{a}{l} \quad \frac{\text{Bogengrade}}{\text{km}}$$

Im üblichen 360teiligen Winkelmaß beträgt

$$\alpha = 57{,}31 \frac{a}{l} \quad \frac{\text{Grad}}{\text{km}}$$

Eichung des Meßdrehkondensators

Als Hilfsmittel zur Eichung des Meßdrehkondensators werden lediglich ein Kondensator von 10 pF ± 1 % und ein Kondensator von 100 pF ± 1 % benötigt.

Der Drehkondensator C_m wird ohne Dehnungskondensatoren (also im Bereich III) ganz eingedreht (1000 pF) und dann mit C_p genau auf Resonanz abgestimmt. Nun wird dem Meßkreis ein Kondensator von 10 pF ± 1 % parallel geschaltet, mit C_m die neue Resonanzstellung eingestellt und auf der Skala des Meßdrehkondensators als 990 pF markiert. Man nimmt nun die 10 pF wieder weg, läßt jedoch C_m auf 990 pF stehen und regelt mit C_p wieder auf Resonanz. Dann werden die 10 pF erneut parallel geschaltet und C_m nachgeregelt, dies ergibt die Stellung für 980 pF. Dieses Spiel wird von 10 pF zu 10 pF solange wiederholt, bis 900 pF erreicht sind. Die 900-pF-Stellung wird dann mit einem Kondensator 100 pF ± 1 % (besser < 1 %) überprüft. Auf gleiche Art wird der gesamte Kondensator durchgeeicht. Zur Kontrolle werden mehrere Punkte, die um 100 pF auseinanderliegen, mit Hilfe des 100-pF-Kondensators überprüft.

Einfacher ist es selbstverständlich, anstelle des selbst zu eichenden Doppeldrehkondensators einen käuflichen Meßdrehkondensator mit 1000 pF Endkapazität zu verwenden, wie er z. B. von RICHARD JAHRE, PHILIPS oder SIEMENS & HALSKE hergestellt wird.

Durchführungskondensatoren (II)

Von Dipl.-Ing. O. Köhler

Der erste Teil dieser Arbeit in der Ingenieur-Beilage Nr. 8 (enthalten in FUNKSCHAU 1955, Heft 22) behandelte Wirkungsweise und einfache Formen von Durchführungskondensatoren. Der nachstehende zweite Teil beschreibt Sonderausführungen und richtiges Anschließen von Entstörkondensatoren.

Kombinationen von Durchführungskondensatoren mit Drosseln

In vielen Fällen gelingt es nicht, mit *einem* Durchführungskondensator eine ausreichende Entstörwirkung zu erzielen. Zur Abhilfe werden Durchführungskondensatoren mit Drosseln zu Siebketten kombiniert. Ein solches Entstörelement zeigt *Bild 6* (schweizerische Patentschrift 208 836). Die Siebkette für die zu entstörende Leitung 1 wird aus den Durchführungskondensatoren 3 und 7 und der dazwischenliegenden Drossel 11 gebildet. Zur Vermeidung von gegenseitiger Beeinflussung sind die Einzelelemente in getrennten Abschirmboxen untergebracht.

Auch eine Kombination des Entstörungskondensators mit einem Berührungsschutzkondensator ist vorgeschlagen worden. Die Anordnung kann aus der gleichen Patentschrift (Bild 6) entnommen werden. Hier ist für den Durchführungsleiter 1 der Kondensator 3 der Entstörungskondensator, der aber nicht direkt, sondern über den Berührungsschutzkondensator 4 und die Abschirmwand 14 mit dem an Masse angeschlossenen Gehäuse 13 geerdet ist.

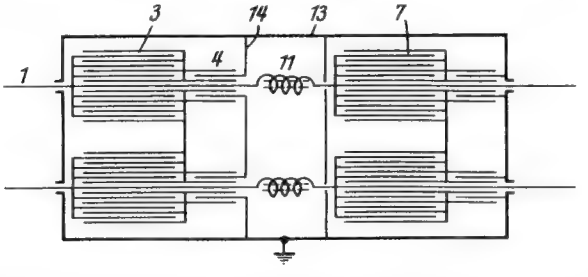


Bild 6. Kombination von Durchführungs- mit Berührungsschutzkondensatoren und Siebdrosseln

Bild 7 zeigt eine bessere konstruktive Einheit der Siebkette (deutsche Patentschrift 762 386). Die beiden Kondensatoren 1 und 2 sind übereinander gewickelt. Der äußere 1 ist einerseits über die Scheibe 3 mit dem Punkt 8 des Durchführungsleiters und über den Ring 4 mit dem Gehäuse verbunden. Das Rohr 7 zwischen den beiden Kondensatorwickeln dient zur Erdung des einen Poles des Kondensators 2, dessen anderer Pol über den Ring 6 mit dem Punkt 9 des Durchführungsleiters verbunden ist. Die Strecke des Durchführungsleiters zwischen den Punkten 8 und 9 wirkt als Selbstinduktion, die durch Anordnung des Körpers 10 aus magnetischem Material noch wesentlich erhöht werden kann. Die Anordnung stellt also eine Siebkette aus zwei Querkapazitäten mit dazwischen liegender Reihenselbstinduktion dar. *Bild 8* (deutsche Patentschrift 827 809) zeigt dieselbe Siebkette für sehr kurze Wellen unter Verwendung eines Röhrchenkondensators. 1 ist der mit der Abschirmwand 2 verbundene eine Belag. Der innere Belag ist durch eine mittlere schraubenförmige Ausdrehung zu zwei Gegenbelegungen 2 und der Längsdrossel 2′ ausgestaltet.

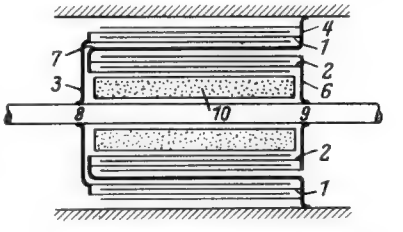


Bild 7. Die Strecke 8-9 des Leiters wirkt infolge des darum angeordneten magnetischen Materials als Siebdrossel

Ausbildung der Erdanschlüsse

Bisweilen ist es notwendig, den Durchführungskondensator in der Öffnung der Abschirmwand in seiner Längsachse zu verschieben, z. B. aus Platzgründen: Wenn auf ein glattes Äußeres eines Gerätes Wert gelegt wird, kann nicht an irgendeiner Stelle ein Durchführungs-Kondensatorgehäuse überstehen. Aber auch aus Entstörungsgründen kann es nützlich sein, wenn das Gehäuse des Durchführungskondensators an verschiedenen Stellen geerdet werden kann.

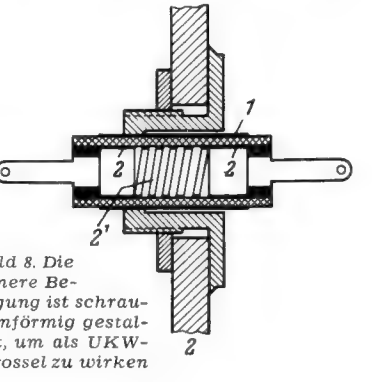


Bild 8. Die innere Belegung ist schraubenförmig gestaltet, um als UKW-Drossel zu wirken

So sei auf das *Bild 9* verwiesen. Hier sollen auf der Leitung 1 von links die Störströme kommen und über den Durchführungskondensator nach Erde abgeleitet werden. Die Entstörwirkung ist am besten, wenn der Weg für die Störströme nach Erde möglichst induktivitätsarm ist. In Bild 9 wäre das erreicht, wenn das Gehäuse bei 2 geerdet würde. Der Kondensator als Ganzes bildet dann zusammen mit dem metallischen Gehäuse eine bifilare Anordnung, wie die Pfeile andeuten, die den Störstromfluß bezeichnen. Wird das Gehäuse bei 3 geerdet, dann hätten die Störströme

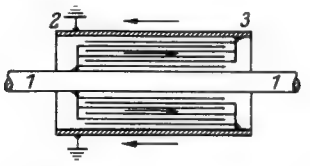


Bild 9. Zur Wahl des Erdunganschlusses

den induktiven Widerstand des Wickels als Ganzes zu überwinden. Von Einfluß ist dabei noch, ob die mit dem Durchführungsleiter verbundene Endplatte dem Störer zugekehrt ist (wie in Bild 9) oder von ihm abgekehrt ist, und wie der eigentliche Störer aufgebaut und angekoppelt ist.

Dem Wunsch nach Erdungsmöglichkeit an verschiedenen Stellen des Gehäuses trägt eine Konstruktion Rechnung, wie sie in Bild 3[1]) dargestellt ist. Der Röhrchendurchführungskondensator ist in der Abschirmwand 4 mit Hilfe der Muttern 5 dadurch in jeder Lage festlegbar, daß auf der metallischen Hülle 6, die mit der Außenbelegung verbunden ist, über die ganze Länge ein Gewinde eingeschnitten ist.

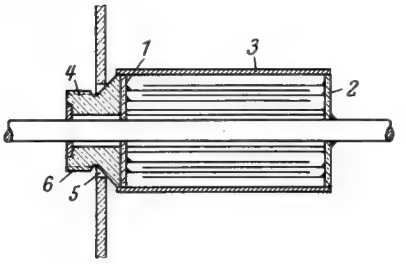


Bild 10. Isoliergehäuse mit Deckelkonstruktion

Besteht, wie es sich vielfach als notwendig erweist, das Gehäuse des Durchführungskondensators aus Isolierstoff, so muß die Deckelkonstruktion zur Herstellung einer lochfreien Verbindung umgestaltet werden. *Bild 10* (deutsche Patentschrift 809 082) zeigt ein Beispiel. Der Wickelkondensator ist mit seinen Belegungen mit den Endplatten 1 und 2 verlötet, das Gehäuse 3 besteht aus Isolierstoff. Auf die Endplatte 1 setzt sich ein kegelförmiger Metallteil 4 mit Gewinde 6 leitend auf, durch den der Durchführungsleiter isoliert geführt ist. Der Durchführungsleiter macht mit der Endplatte 2 Kontakt. Mit Hilfe einer (nicht gezeichneten) Mutter wird der Durchführungskondensator in der Öffnung der Abschirmwand befestigt. Durch die Kegelfläche 5 an dem Teil 4 wird eine gute Zentrierung mit ringförmiger Kontaktgabe erzielt und eine Öffnung in der Abschirmung vermieden.

Der Durchführungskondensator braucht nicht immer zylindrisch zu sein. Um das Verdrehen des Kondensators bei Schraubbefestigung zu verhindern, wurde vorgeschlagen (deutsche Patentschrift 869 822), das Gehäuse als mehrkantiges Rohr auszubilden. Auch ist in der deutschen Patentschrift 897 861 beschrieben, die mit Belegungen versehenen Isolierstoffplatten (nach Art der Platten 10 in Bild 2[1]) z. B. vierkantig auszubilden. Kondensator-

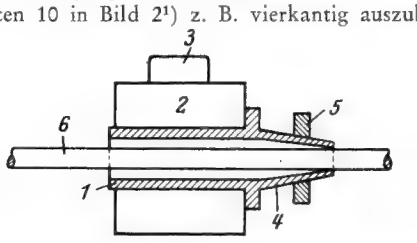


Bild 11. Durchführungskondensator zum Aufädeln auf stärkere Leiter

wickel, die auf einem Band als Durchführungsleiter gewickelt sind, ergeben eine bessere Raumausnutzung bei rechteckigem Gehäuse (siehe z. B. schweizerische Patentschrift 245 816 und 246 103).

[1]) Vgl. Ingenieur-Beilage 1955, Nr. 8, Seite 63 in der FUNKSCHAU, Heft 22.

Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich bei der Verbindung zwischen den Kondensatorbelegungen und dem Durchführungsleiter bzw. dem Gehäuse. Es handelt sich bei diesen Verbindungen um verhältnismäßig große Flächen, die außerdem, z. B. beim Einschalten in die aufgetrennte Leitung oder bei der Montage, nicht unerheblichen mechanischen Kräften unterworfen sind. Man kann hier die überstehenden Ränder der Belegungen verlöten und sie gegebenenfalls durch besondere Kontaktplatten verstärken (deutsche Patentschrift 734 762) oder man bedient sich besonderer als Druckkontakte ausgebildeter Kontaktplatten (schweizerische Patenschrift 217 144), bei denen eine Federscheibe durch den beim Umbördeln des Kondensatorgehäuserandes ausgeübten Druck fest an die Ränder der Kondensatorbelegungen angepreßt wird. Anstelle der Kontaktplatten werden mit Vorteil napfähnliche Lötkörbe aus Drahtgeflecht (deutsche Patentschriften 809 082 und 889 621) verwendet, die einerseits das Verlöten erleichtern und andererseits infolge ihrer Elastizität mechanische Beanspruchun-

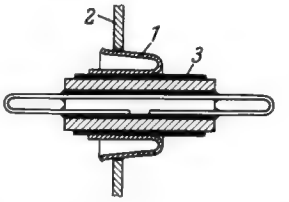


Bild 12. Verstärkte Durchführung und federnde Erdungshülse

gen leichter aufnehmen. In der deutschen Patentschrift 898 180 wird vorgeschlagen, den Durchführungsleiter so starr mit dem Gehäuse zu verbinden, daß alle auftretenden Beanspruchungen unmittelbar auf das Gehäuse übertragen werden. An diesem System Durchführungsleiter — Gehäuse wird dann der eigentliche Kondensatorkörper befestigt.

Anschluß der zu entstörenden Leitung

Für den Anschluß des Durchführungskondensators an die zu entstörende Leitung bestehen zwei Möglichkeiten. Einmal, — und das ist am häufigsten vorgeschlagen — ist der Durchführungsleiter mit dem eigentlichen Kondensator fest zu einer Einheit verbunden und das Ganze wird in die aufgeschnittene, zu entstörende Leitung eingeschaltet. Die zweite Möglichkeit besteht darin, daß der Kondensator gewissermaßen auf die zu entstörende Leitung aufgefädelt und mit ihr dann verbunden wird. Eine Lösung hierfür zeigt das *Bild 11* (nach der deutschen Patentschrift 726 261). Der Kondensator 2 ist auf ein metallisches Rohr 1 so aufgebracht, daß eine Belegung mit dem Rohr Kontakt macht. Die andere Belegung kann über den Lappen 3 geerdet werden.

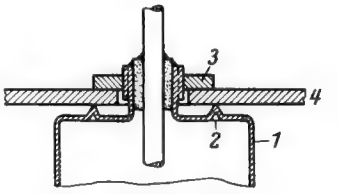


Bild 13. Der scharfkantige Ring 2 stellt die Erdverbindung her

Das Rohr 1 läuft in einen geschlitzten konischen Teil 4 aus, der durch Anziehen der Mutter 5 auf dem Durchführungsleiter 6 festgeklemmt werden kann. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß für große Stromstärken keine besonderen Kondensatoren (mit entsprechend dimensioniertem Durchführungsbolzen) auf Lager gehalten werden müssen.

Einen Rohrkondensator mit praktischem Anschluß zeigt *Bild 12* (deutsche Patentschrift 908 629). Der Durchführungsleiter ist hier ein Drahtbügel in Form einer doppelten Haarnadel. Der Drahtbügel braucht nicht glatt durch den Kondensatorkörper hindurchzugehen, sondern kann auch mehrfach gekreuzt sein, um dadurch eine bessere Auflage an der inneren Belegung zu gewährleisten. Der Kondensator nach Bild 12 ist außerdem mit Hilfe einer federnden Hülse 1 selbstsperrend und „lochfrei" in der Öffnung der Abschirmwand 2 befestigt.

Wird zur Befestigung des Durchführungskondensators in der Abschirmwand ein Schraubstutzen mit Mutter verwendet, so kann, anstelle der Lösung von Bild 10 mit der den Anschluß-

stutzen selbst zentrierenden Kegelfläche 5, eine Anordnung nach *Bild 13* (schweizerische Patentschrift 244 705) angewendet werden. Hier wird ein an dem Gehäuse 1 des Durchführungskondensators angebrachter Ring mit ringförmiger Kante 2 mit Hilfe der Mutter 3 elektrisch dicht gegen die Abschirmwand 4 gepreßt.

Vorschaltsicherungen

Die bei Entstörungskondensatoren vielfach erhobene Forderung, eine Sicherung in Reihe zu schalten, ist bei Durchführungskondensatoren nicht ohne weiteres möglich, weil die Selbstinduktion der Sicherung stören würde. Eine Lösung stellt hier *Bild 14* dar (deutsche Patentschrift 717 298). Hier ist die Endplatte 3, die die Verbindung zwischen der einen Belegung und dem Gehäuse 2 herstellt, als Sicherung ausgebildet und z. B. mit so geringer Stärke gewählt, daß sie bei unzulässig großen Strömen schmilzt. Will man die Sicherung auswechselbar machen, so muß man das Stück zwischen den Linien 4 und 5 als getrenntes Teil ausbilden. Schlitzt man dieses Teil, so kann es leicht auf den Durchführungsleiter aufgeschoben und dann auch zur Abschaltung des Kondensators verwendet werden (deutsche Patentschrift 755 608).

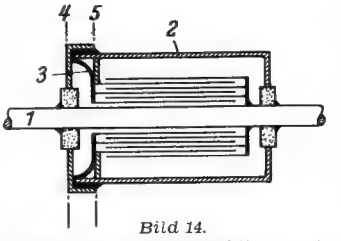


Bild 14. Die glockenförmige Zuführung 3 ist als Schmelzsicherung ausgebildet

Dämpfung von Resonanzstellen

Zum Schluß sei noch ein wichtiges Problem gestreift. Es handelt sich um die Resonanzspitzen, die im Bereich zwischen 5 und 20 MHz im Kernwiderstandsverlauf auftreten und die Entstörungswirkung in diesem Bereich stark beeinträchtigen. Der Kernwiderstand einer Entstörungsanordnung ist gegeben durch das Verhältnis der am Ende der Anordnung zwischen dem Leiter und dem Gehäuse auftretenden Störspannung zu dem in die Anordnung am Anfang einfließenden Störstrom. Die Lage der Resonanzstellen hängt von den verschiedensten Werten des Durchführungskondensators ab, insbesondere von der Größe des Wickels, der Windungszahl und der Breite der Folie. Man sucht Resonanzen einmal dadurch zu bekämpfen, daß man sie nach höheren Frequenzen hin in einen Bereich verschiebt, für den die Entstörungsanordnung nicht mehr wirksam zu sein braucht, oder aber dadurch, daß man die Resonanzen so stark bedämpft, daß sie nicht mehr stören.

Ein Schritt auf dem ersten Wege war es, als es gelang, durch Verwendung von Isolierstoffen mit sehr hohen Dielektrizitätskonstanten, die Kondensatorkörper wesentlich zu verkleinern.

Zur Dämpfung der Resonanzstellen können die mannigfaltigsten Mittel angewendet werden, von der Widerstandsdämpfung, durch Herstellung der Belegung aus Widerstandsmaterial, über die Wirbelstromdämpfung, indem man die magnetischen Kraftlinien des Durchführungsleiters zwingt, möglichst viele Belegungen zu durchdringen und dort Wirbelströme zu induzieren (schweizerische Patentschriften 245 816 und 246 372) bis zur magnetischen Dämpfung durch Herstellung der Belegungen aus Eisen-Folien (schweizerische Patentschrift 245 816), Miteinwickeln von nicht angeschlossenen Eisen-Folien und Einlegen von Hf-Eisenkörpern in den Wickel.

Kristalle aus der Retorte

Auf dem Jahrestreffen 1955 der Verfahrens-Ingenieure vom 3. bis 5. Oktober in München war vom Standpunkt des Nachrichten-Technikers und Elektronik-Ingenieurs der Vortrag von Prof. Dr. A. Neuhaus besonders bemerkenswert. Er behandelte die Züchtung von Einkristallen.

Früher nutzte die Technik in bescheidenem Maße lediglich einige natürliche Kristallarten, wie Kalkspat, Flußspat, Steinsalz, Quarz und Alaun, aus. Bereits mit dem ersten Weltkrieg und dem ihm folgenden Jahrzehnt stieg jedoch der Bedarf an Einkristallen bester Qualität und führte bei den spärlichen Naturvorräten bald zu Schwierigkeiten. Deshalb wandte man sich bewußter Kristallforschung zu, insbesondere auf dem Gebiet der Einkristallzüchtung.

Heute ist man in der Lage, Einkristalle der verschiedensten Arten von fast beliebiger Größe und bester Qualität für die optisch-technische Industrie sowie Einkristalle von Seignettesalz, von Quarz, Silizium, Germanium usw. für die vielfältigen elektrotechnischen Aufgaben in der Elektroakustik, Hochfrequenztechnik und im Transistorenbau zu züchten. Ferner werden Einkristalle aus den verschiedensten Chemikalien und organischen Substanzen für den Kristallzählerbau, zum Nachweis von Alpha-, Beta- und Gammastrahlen und schließlich Einkristalle von Halbedelsteinen für die Uhren-, Feinmeßindustrie und Schmuckindustrie hergestellt.

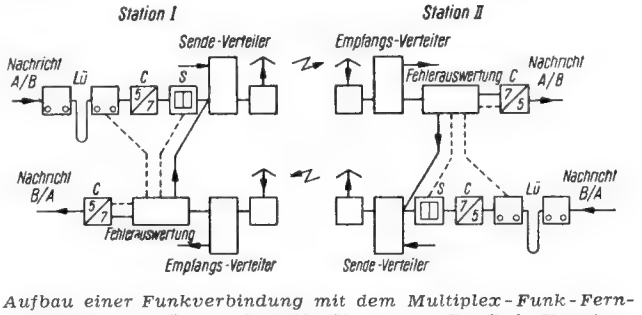
Zur Herstellung aller dieser Einkristalle sind praktisch sechs verschiedene Hauptzüchtungsverfahren erdacht worden. So werden z. B. Seignettesalzkristalle aus wäßrigen Lösungen in offenen oder evakuierten Gefäßen durch Verdampfung oder Kühlung gezüchtet. Germaniumkristalle dagegen werden aus Schmelzen gezüchtet.

Der Vortragende brachte eine kurze Darlegung der theoretischen Grundlagen des Kristallisierens und der Einkristallzüchtung, insbesondere der Begriffe Keimbildung, Kristallwachstum, Sättigung, Übersättigung usw. An Hand einiger typischer Beispiele wurden dann spezielle Züchtungsverfahren nach Prinzip, Leistungsfähigkeit und apparativem Stand behandelt.

Fehlerkorrektur beim Fernschreiben über Funkwege

Bei Funkverbindungen müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, um eine sichere Übertragung der Impulse zu erreichen, aus denen die einzelnen Zeichen bestehen. Zu diesen Sicherungen gehört die gleichzeitige Übertragung der Nachricht über zwei räumlich auseinanderliegende Antennensysteme oder über verschiedene Frequenzen.

Neuerdings sind noch weitere Verfahren der Fehlerkorrektur entwickelt worden, die selbsttätig die Übertragung so oft wiederholen, bis das Zeichen richtig angekommen ist. Man verwendet dazu ein sogenanntes *Siebener-Alphabet*, bei dem jedes Zeichen aus sieben Stromschritten besteht. Das Verfahren ist von dem holländischen Ingenieur van Duuren angegeben worden. Von den $2^7 = 128$ verschiedenen Kombinationen werden nur die insgesamt 35 verwendet, die aus jeweils drei Trennschritten und vier Zeichenschritten bestehen. An der Empfangsstelle ist eine Meßbrücke angeordnet, die ein Wiederholungszeichen auslöst, wenn das Verhältnis 3:4 gestört ist. Das Wiederholungszeichen fordert die Wiederholung des Zeichens an, das für diesen Zweck



Aufbau einer Funkverbindung mit dem Multiplex-Funk-Fernschreibsystem; Lü = Lochstreifenübertrager, C = Code-Umsetzer, S = Kondensatorspeicher

in Kondensatoren gespeichert ist. Der Speicher kann drei Zeichen aufnehmen, wie sie in der Zeit zwischen Aussenden und Wiederholen höchstens anfallen können. Auch dann, wenn das Wiederholungszeichen falsch empfangen wird, können keine Schwierigkeiten auftreten, da ein gestörtes Wiederholungszeichen selbst ebenfalls eine Rückfrage auslöst.

Das Verfahren wird unter anderem bei einer Kurzwellenverbindung zwischen Frankfurt/M. und New York in einem Multiplex-System verwendet, bei dem vier Kanäle zeitlich ineinandergeschachtelt übertragen werden. Im Gegensatz zum Start-Stop-

(Fortsetzung auf Seite 72 unten links)

Aus der Zeitschrift *Elektronik* des Franzis-Verlages

Grundlagen der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung mit elektronischen Verfahren

DK 53.082.77 : 620.179.1

Dr. Werner Scheuble von der Bundesbahn-Versuchsanstalt München berichtet in diesem Aufsatz über zerstörungsfreie Werkstoffprüfung mit magnetinduktiven, magnetischen Gleichfeld- und mit Wirbelstromverfahren. Die beiden ersten Verfahren sind nur für ferromagnetische Stoffe brauchbar. Zum Prüfen von Nichteisenmetallen muß mit dem Wirbelstromverfahren gearbeitet werden. Das zu untersuchende Material, z. B. eine Stange, wird durch zwei mit Tonfrequenz gespeiste Spulen gesteckt, wodurch im Prüfling Wirbelströme entstehen. Ist das Werkstück schadhaft, so sind die Rückwirkungen, die hieraus entstehen, auf beiden Spulen verschieden groß. Das Gleichgewicht einer Meßbrücke wird gestört, und man erhält am Instrument eine Anzeige.

(ELEKTRONIK 1955, Heft 10, Seite 241...243, 9 Bilder).

Das Kaltkatoden-Thyratron als Schaltelement

DK 621.387.032.212 : 621.3.064

Thyratrons sind für die elektronische Steuer- und Regeltechnik genau so wichtig wie die Verstärkerröhren in der Nachrichtentechnik. Wer mit elektronischen Geräten zu tun hat, der liest mit Interesse die Arbeit von Dr. W.-D. Henkel, der darauf hinweist, daß sich das Kaltkatoden-Thyratron weitgehend durchsetzt. Diese Röhre eignet sich besonders für Anlagen mit intermittierendem Betrieb und großen Wartezeiten, weil sie sparsam im Betrieb ist und sich als äußerst robust erweist. Ausführlich wird über das Zündverhalten dieser Röhre gesprochen und es wird auf die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten eingegangen. Beispiele hierfür bilden die Schaltungen für das Zünden mit Licht unter Zuhilfenahme einer Fotozelle. Das Thyratron kann sowohl durch Lichteinfall als auch durch Verlöschen des Lichtes zum Ansprechen gebracht werden. Weitere Schaltungen zeigen das Kaltkatoden-Thyratron in einem elektronischen Zeitschalter, als Überspannungs-Schutzschalter, der sich ähnlich wie eine träge Sicherung verhält und als Schalter, der sofort auf Überspannungsimpulse anspricht.

(ELEKTRONIK 1955, Heft 11, Seite 263...266, 8 Bilder)

Elektronische Schweißzeitbegrenzer

DK 621.374.33 : 621.791.736-523.8

Betriebssicheres Schweißen mit geringstem Ausschuß und niedrigsten Verlustzeiten läßt sich am zweckmäßigsten mit elektronischen Hilfsmitteln erreichen. Wichtig ist die Schweißzeitbegrenzung, die sich mit einer Vielzahl von Schaltungen durchführen läßt. H. G. Mende bespricht in dieser Arbeit einige erprobte Anordnungen, die mit antiparallel geschalteten Thyratrons arbeiten. Die einfachste der veröffentlichten Schaltungen läßt ein kontaktfreies Schalten zu, wobei das Schweißgerät gerade bei Nulldurchgang des speisenden Wechselstromes eingeschaltet wird. Ein Vorzug dieser Anordnung ist, daß zum Bedienen der Maschine einfache Schwachstromschalter oder Relais verwendet werden können. Eine erweiterte Schaltung erlaubt zusätzlich eine Schweißzeitbegrenzung und Leistungssteigerung durch Zündpunktverstellung. Wichtige Vorteile der elektronischen Schweißzeitbegrenzer sind: Trägheitsloses Schalten mit Schwachstromkontakten, Einschalten des Schweißtransformators bei Nulldurchgang der Netzspannung, genaue Energiedosierung, Anpaßmöglichkeit der Anlage an kritische Werkstoffe, Produktionsverbesserung.

(ELEKTRONIK 1955, Heft 11, Seite 283...285, 6 Bilder)

Hochfrequenzgesteuerte automatische Senderumschaltung

DK 621.316.578.067.5—523.8 : 621.396.712.2

H. G. Mende erläutert an Hand eines großen Prinzipschaltbildes die Wirkungsweise der automatischen Senderumschaltung beim neuen unbemannten, ferngesteuerten UKW-Zwillingssender in Lindau. Man erfährt, wie zunächst durch Fernschaltung der Sender vorgeheizt wird und wie sich dann Stufe um Stufe des Senders einschaltet. Bei Störungen tritt ein Hf-Überwachungsrelais in Tätigkeit, das weitere Relais erregt, stufenweise auf den Reservesender umschaltet und rechtzeitig die motorgetriebene Umschaltung der Antenne vornimmt. Fallen einmal beide Sender aus, so wiederholt sich das Spiel, falls etwa in der Zwischenzeit der ausgefallene Sender von selbst wieder in Ordnung kam (z. B. beim Ausfall durch vorübergehenden Funkenüberschlag). Dieses Hin- und Herschalten, also das selbsttätige Suchen nach einer Sendemöglichkeit, setzt sich eine Zeitlang fort, bevor beide Sender endgültig abgeschaltet werden.

(ELEKTRONIK 1955, Heft 11, Seite 287...288, 2 Bilder)

Die neuen Hefte der ELEKTRONIK

Die im Oktober und November erschienenen Hefte 10 und 11 der ELEKTRONIK haben folgenden Inhalt:

Heft 10. Elektronik in der Werkzeugmaschinen-Industrie — Die induktive Regelung System Schoppe & Faeser — Grundlagen der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung — Neue Geber zur elektronischen Messung nichtelektrischer Größen — Verfahren und Anwendungen der elektronischen Dehnungsmeßtechnik — Fortschritte in der Entwicklung von Weg-Gebern — Berichte aus der Elektronik: Wie arbeitet eine Dokumentationszentrale? — Marktfähige elektronische Musikinstrumente — Thermischer Leistungsmesser für Höchstfrequenzen — Elektronische Patente und Patentanmeldungen — Die Benennung elektronischer Rechenmaschinen.

Heft 11. Das Kaltkatoden-Thyratron als Schaltelement — Die neuere Entwicklung der Teilchenbeschleuniger — Geber mit Widerstandssystemen zur elektrischen und elektronischen Messung nichtelektrischer Größen — Elektronische Geräte zur Registrierung von Kreislaufgrößen — Elektronische Schweißzeitbegrenzer — Berichte aus der Elektronik: Hochfrequenzgesteuerte automatische Senderumschaltung — Halbleiter zur Messung von Magnetfeldern — Elektronische Patente und Patentanmeldungen.

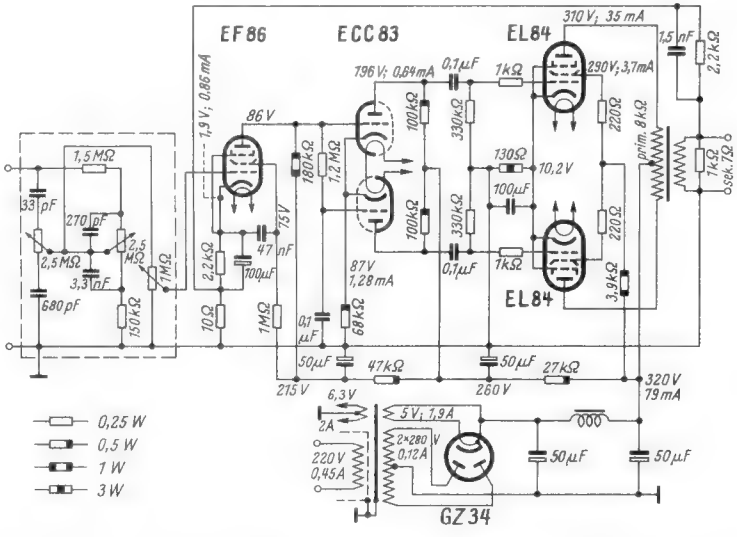
Die ELEKTRONIK, Fachzeitschrift für die gesamte elektronische Technik und ihre Nachbargebiete, ist die selbständige Fortsetzung der früheren FUNKSCHAU-Beilage gleichen Namens. Die ELEKTRONIK erscheint monatlich einmal. Preis je Heft 3.30 DM, vierteljährlich 9.— DM zuzüglich Zustellgebühr, Jahresbezugspreis 36.— DM spesenfrei. Bezug durch den Buchhandel, die Post und unmittelbar vom Franzis-Verlag, München 2, Luisenstraße 17.

(Fortsetzung von Seite 71)

Verfahren, bei dem jedes Zeichen durch einen Startschritt eingeleitet und durch einen Stopschritt beendet wird, arbeitet die Multiplex-Technik nach dem Synchronverfahren. Der Synchronismus liegt in den Verteilern, die von quarzstabilisierten Generatoren gesteuert werden. Die Aussendung der Impulse in die störanfällige Kurzwellenverbindung geht über einen Lochstreifenübertrager vor sich, der zunächst die vom Teilnehmer kommenden Zeichen in einen Lochstreifen stanzt. Anschließend sendet er die Zeichen ohne Start- und Stop-Impulse zur Multiplex-Anlage aus. Wenn die Funkstrecke gestört ist, bildet sich im Lochstreifen eine Schleife, die den Nachrichtenüberschuß auffängt. Das gleiche ist der Fall, wenn an den Endstellen der Funkverbindung Fernschreiber unterschiedlicher Schrittgeschwindigkeit angeschlossen sind. Das ist z. B. im Verkehr mit Amerika der Fall, da dort eine geringere Schrittgeschwindigkeit üblich ist. Hinter dem Lochstreifenübertrager ist der Code-Umsetzer, der aus den fünf Impulsen sieben Impulse macht. Der Verteiler gibt dann die sieben Impulse auf die Verbindung. Die von Siemens & Halske geschaffenen Apparaturen zeichnen sich dadurch aus, daß sie sowohl für zwei Kanäle als auch für vier Kanäle einzusetzen sind. Das *Blockschaltbild* zeigt den Aufbau einer Funkverbindung nach diesem Multiplex-Funk-Fernschreibsystem mit selbsttätiger Fehlerkorrektur.

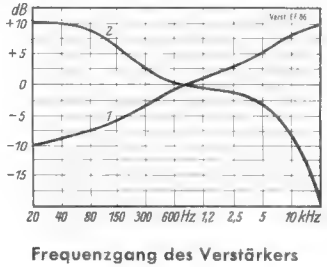
Grenzwerte (Fortsetzung)

Gitterableitwiderstand für $Q_a > 0{,}2$ W	$R_{g1\,max}$	3	MΩ
Gitterableitwiderstand (bei Gittervorspannungserzeugung nur durch R_{g1}) ($R_k = 0\ \Omega$)	$R_{g1\,max}$	22	MΩ
Gitterstromeinsatzpunkt ($I_{g1} \leq +0{,}3\ \mu A$)	$U_{g1\,e}$	—1,3	V
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{-f/+k\,max}$	100	V
Spannung zwischen Faden und Schicht	$U_{+f/-k\,max}$	50	V
Außenwiderstand zwischen Faden und Schicht	$R_{f/k\,max}$	20	kΩ

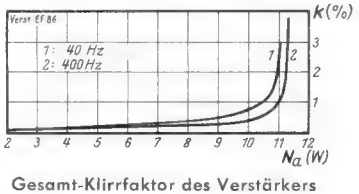


Beispiel für die Verwendung der Nf-Pentode EF 86 als Vorstufenröhre in einem „high fidelity"-Verstärker nach Valvo-Schaltungsunterlagen. Eingangsschaltung und Verstärkungsgrad sind so bemessen, daß mit einem modernen Kristall-Tonabnehmer Vollaussteuerung und 11 Watt Leistungsabgabe (Schwingspulenwiderstand 7 Ω) zu erreichen sind. Die Tonregelung arbeitet mit zwei Potentiometern für unabhängige Regelung der hohen und tiefen Frequenzen. Das Lautstärke-Potentiometer gibt die Eingangsspannung an die EF 86 weiter, an die sich eine Phasenumkehrstufe (ECC 83) anschließt und hieran die Gegentaktendstufe mit zwei EL 84 in AB-Einstellung. Die Gegenkopplungsspannung wird vom Verstärkerausgang in die Katode der EF 86 geleitet, wodurch besonders niedrige Verzerrungen — vor allem solche durch Kombinationstöne — erzielt werden.

Zur vollen Ausnutzung der Qualitätseigenschaften des Verstärkers ist es erforderlich, daß der Lautsprecher einen Frequenzbereich bis mindestens 15 kHz verarbeiten kann und daß als Ausgangstransformator nur ein hochwertiges Erzeugnis verwendet wird.



Frequenzgang des Verstärkers

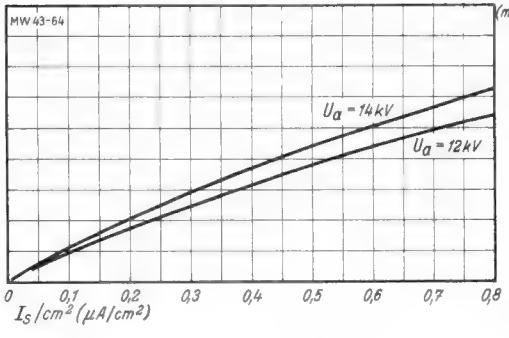


Gesamt-Klirrfaktor des Verstärkers

Zum linken Bild.
Kurve 1: Hochtonregler auf Maximum, Baßregler auf Minimum.
Kurve 2: Hochtonregler auf Minimum, Baßregler auf Maximum.

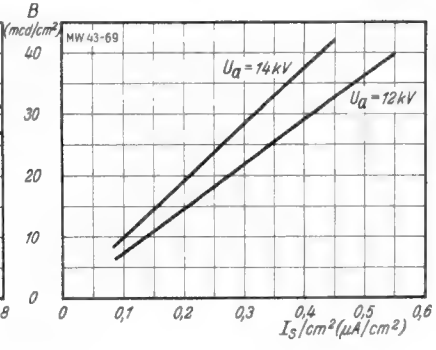
Kennlinienfeld 1 $B = f(I_s/cm^2)$ für MW 43-64

U_a = Parameter; Strahl ist fokussiert; $U_{g2} = 300$ V



Kennlinienfeld 2 $B = f(I_s/cm^2)$ für MW 43-69

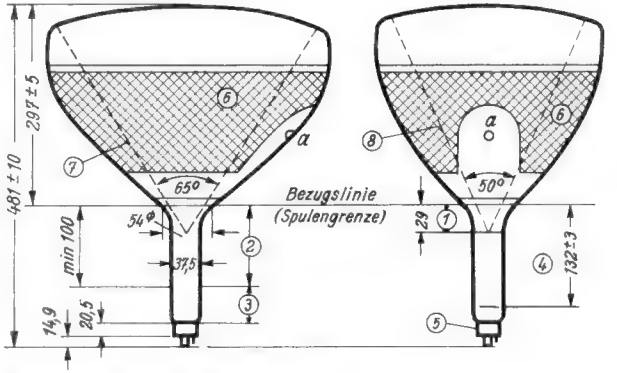
U_a = Parameter; Strahl ist fokussiert; $U_{g2} = 300$ V



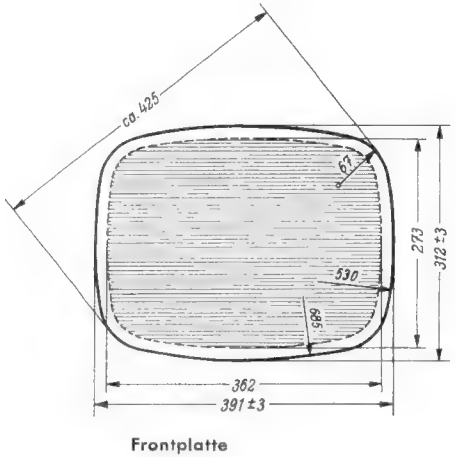
Kolbenabmessungen

Bezugslinie, bestimmt durch die Ebene des oberen Randes der Bezugslinienlehre, wenn diese am Konus anliegt.

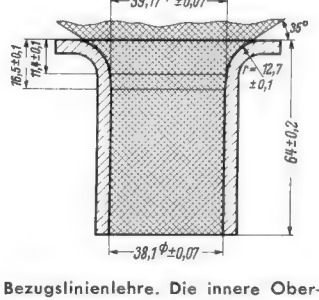
1. Der Abstand des Ablenkmittelpunktes von der Bezugslinie soll nicht größer sein als 29 mm.
2. Platz für Ablenk- und Fokussiermittel.
3. Platz für den Ionenfallenmagneten.
4. Abstand des Mittelpunktes der Steuergitter-Vorderfläche von der Bezugslinie.



5. Fassung nicht starr, sondern mittels flexibler Leitungen anschließen.
6. Der leitende Außenbelag der Röhre ist zu erden.
7. Horizontaler Ablenkstrahl.
8. Vertikaler Ablenkstrahl.

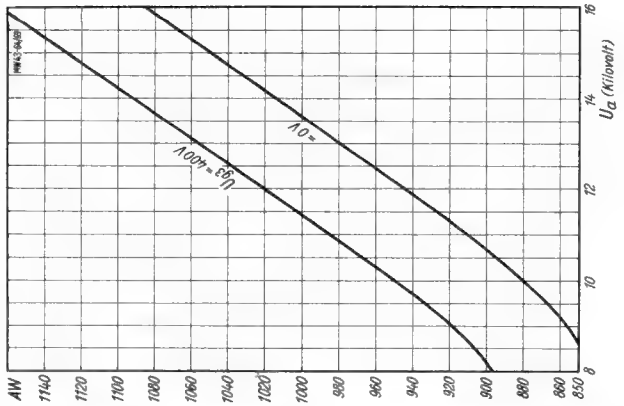


Frontplatte

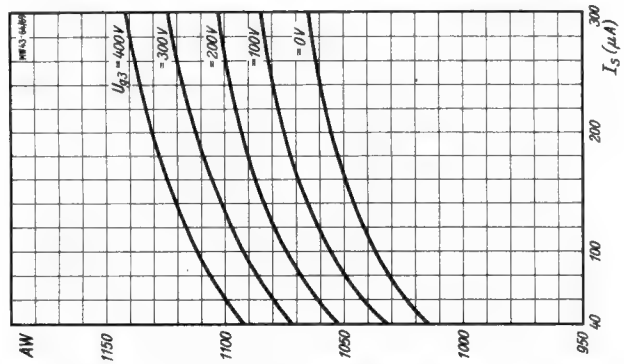


Bezugslinienlehre. Die innere Oberfläche der Spulen darf nicht in das kreuz-schraffierte Gebiet hineinragen.

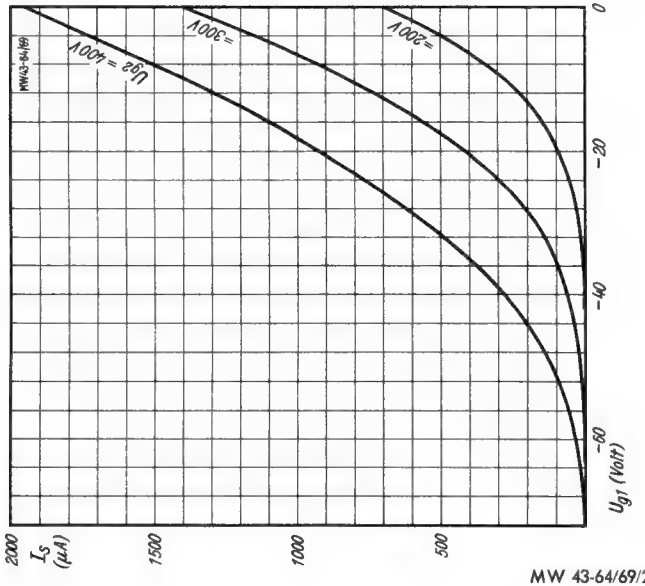
Kennlinienfeld 5 Fokussierung = f (U_a)
I_s = 40 µA; U_{g2} = 210 ... 410 Volt;
U_{g3} = Parameter



Kennlinienfeld 4 Fokussierung = f (I_s)
U_a = 14 kV; U_{g2} = 200 ... 410 Volt;
U_{g3} = Parameter



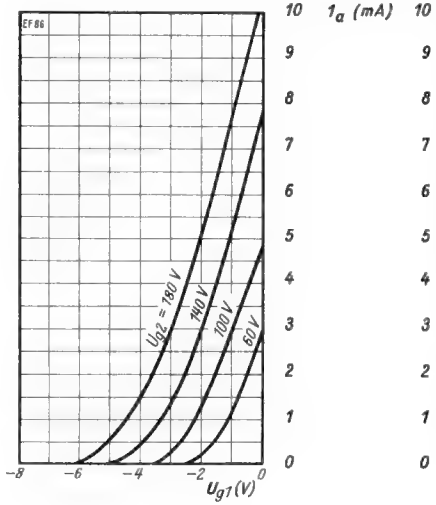
Kennlinienfeld 3 I_s = f (U_{g1})
U_a = 10 ... 14 kV; U_{g2} = Parameter



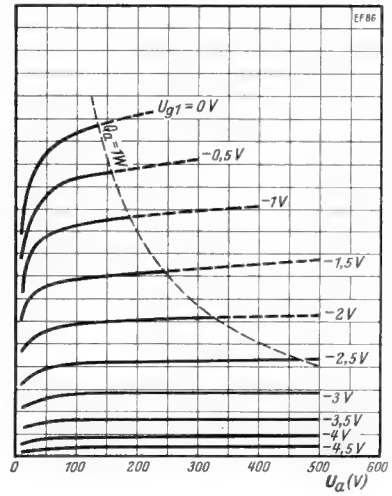
Die Kennlinienfelder 3 bis 5 gelten für die Ausführungen MW 43-64 und MW 43-69

EF 86

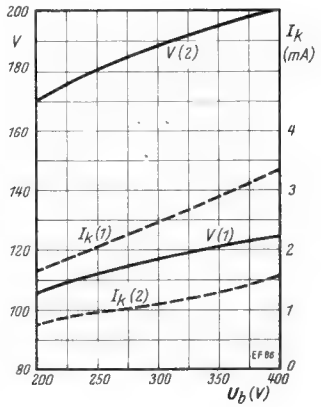
Kennlinienfeld 1 I_a = f (U_{g1})
U_a = 250 V; U_{g3} = 0 V; U_{g2} = Parameter



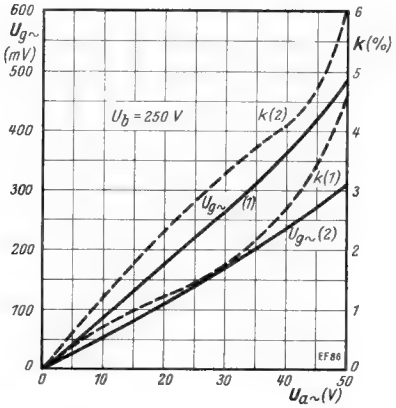
Kennlinienfeld 2 I_a = f (U_a)
U_{g2} = 140 V; U_{g3} = 0 V; U_{g1} = Parameter



Kennlinienfeld 3 I_k , V = f (U_a)
(1) R_a = 100 kΩ; R_{g2} = 390 kΩ; R_k = 1 kΩ.
(2) R_a = 220 kΩ; R_{g2} = 1 MΩ: R_k = 2,2 kΩ.



Kennlinienfeld 4 $U_{g\sim}$, k = f ($U_{a\sim}$)
(1) R_a = 100 kΩ; R_{g2} = 390 kΩ; R_k = 1 kΩ; $R_{g1'}$ = 330 kΩ.
(2) R_a = 220 kΩ; R_{g2} = 1 MΩ; R_k = 2,2 kΩ; $R_{g1'}$ = 680 kΩ.



Neuzeitlicher Prüfgenerator und Frequenzwobbler

Dieser Prüfgenerator überstreicht bei stark gedehnten und wobbelbaren Zf-Frequenzen lückenlos das Gebiet vom LW- zum UKW-Bereich.

Die Zeiten, in denen man zum Abgleich von Superhets in der Werkstatt mit Prüfgenerator und Outputmeter auskam, gehen zu Ende. Der UWK-FM-Teil der Rundfunkempfänger und die Fernsehempfänger verlangen sichtbaren Abgleich mit Generator, Wobbler und Katodenstrahl-Oszillograf. Nur dann, wenn der Techniker die Durchlaßkurve des Zf-Verstärkers, die Umwandlungskurve des FM-Demodulators und das Arbeiten von Begrenzerstufen ständig vor Augen hat, kann er die Wirkung jeder einzelnen Abgleichmaßnahme beobachten und dem abzugleichenden Empfänger den letzten Schliff geben. Sichtbare Kurven verhindern Fehlabgleich und gestatten die Erledigung der Abgleicharbeiten in kürzester Zeit.

Der neuzeitliche Prüfgenerator muß also nicht nur den Bereich von 80 bis 108 MHz aufweisen und die Frequenz von 10,7 MHz mit großer Genauigkeit hervorzubringen gestatten, er muß auch über einen Frequenzmodulator verfügen, damit ein Frequenzband im Gleichlauf mit der Horizontalablenkung eines Katodenstrahl-Oszillografen durchlaufen werden kann.

Ein solches Gerät bieten Klein & Hummel unter der Bezeichnung AM/FM-Signalgenerator Modell MS-5 „Radiotest" an. Wie das beigefügte Schaltbild **(Bild 2)** erkennen läßt, ist aus dem verhältnismäßig einfachen Prüfgenerator von ehedem eine höchst komplizierte Konstruktion geworden. In fünf Abteilungen sind die einzelnen Stufen untergebracht. Der wichtigste Teil umfaßt drei Oszillatoren (Rö 1, 2, 4) und eine als veränderliche Selbstinduktion geschaltete Reaktanzröhre (Rö 3).

Mit zehn Drucktasten und zwei Skalen **(Bild 1)** werden folgende Frequenzbereiche bestrichen:

A	50... 160 kHz
B	160... 500 kHz
C	400... 500 kHz
D	500...1600 kHz
E	1600...5000 kHz
F	10... 11 MHz
G	5... 16 MHz
H	16... 50 MHz
K	80... 108 MHz

Eine Taste bleibt in Reserve. Der Bereich 160 bis 216 MHz im Fernsehband III steht als Oberwellen des Bereiches K zur Verfügung. Während die Röhre ECC 81 (Rö 4) mit Hilfe der zuschaltbaren Spulen die Frequenzen 50 kHz bis 16 MHz (Bereiche A bis G) hervorbringt, ist für den Bereich K (80 bis 108 MHz) die Doppeltriode ECC 85 (Rö 1) vorgesehen, deren Drehkondensator C 91 von einer der beiden Skalen auf der Vorderseite des Gerätes angetrieben wird. Zur Erzeugung des Frequenzbereiches H (16...50 MHz) dient die Röhre EF 80 (Rö 2). Der frequenzbestimmende Kondensator dieses Bereiches (C 90b) ist mit dem der Bereiche A...G (C 90a) mechanisch gekuppelt.

Bild 1. Die Vorderfront des Radiotest

Alle Oszillatorausgänge führen zur Röhre EC 92 (Rö 5), die in Anodenbasisschaltung arbeitet und als Trennstufe dient. In ihrer Katodenleitung liegt der Ausgangsspannungsteiler P 16. Zugleich dient die Röhre EC 92 noch als AM-Modulator für Tonfrequenzen, die über Schalter S 1 c und d aus dem mit der Röhre ECC 81 (Rö 7) bestückten Nf-Generator zugeführt werden. Schließlich ist neben dem Netzteil eine Quarzoszillatorstufe mit der Röhre ECC 81 (Rö 6) vorgesehen, die bestimmte Frequenzen mit großer Genauigkeit hervorbringt; sie dienen zur Eichung der verschiedenen Frequenzbereiche. Am Anschluß Bu2 kann der von der Quarzstufe und den anderen Oszillatoren hervorgebrachte Interferenzton mit dem Kopfhörer abgehört werden. Die Interferenz kann aber auch im Oszillografen sichtbar gemacht werden.

Frequenzen der Bereiche C (400...500 kHz) und F 10...11 MHz), in denen die gebräuchlichen Zwischenfrequenzen liegen, können gewobbelt werden, und zwar der Bereich C regelbar bis zu ± 25 kHz, der Bereich F regelbar bis ± 170 kHz. Wobbelfrequenz ist 50 Hz. Über einen besonderen Anschluß an der Rückwand des Gerätes kann ein Oszillograf angeschlossen werden, dem die Wobbelfrequenz zur Horizontalablenkung zugeführt wird. In allen AM-Bereichen ist AM-Modulation mit der Frequenz von

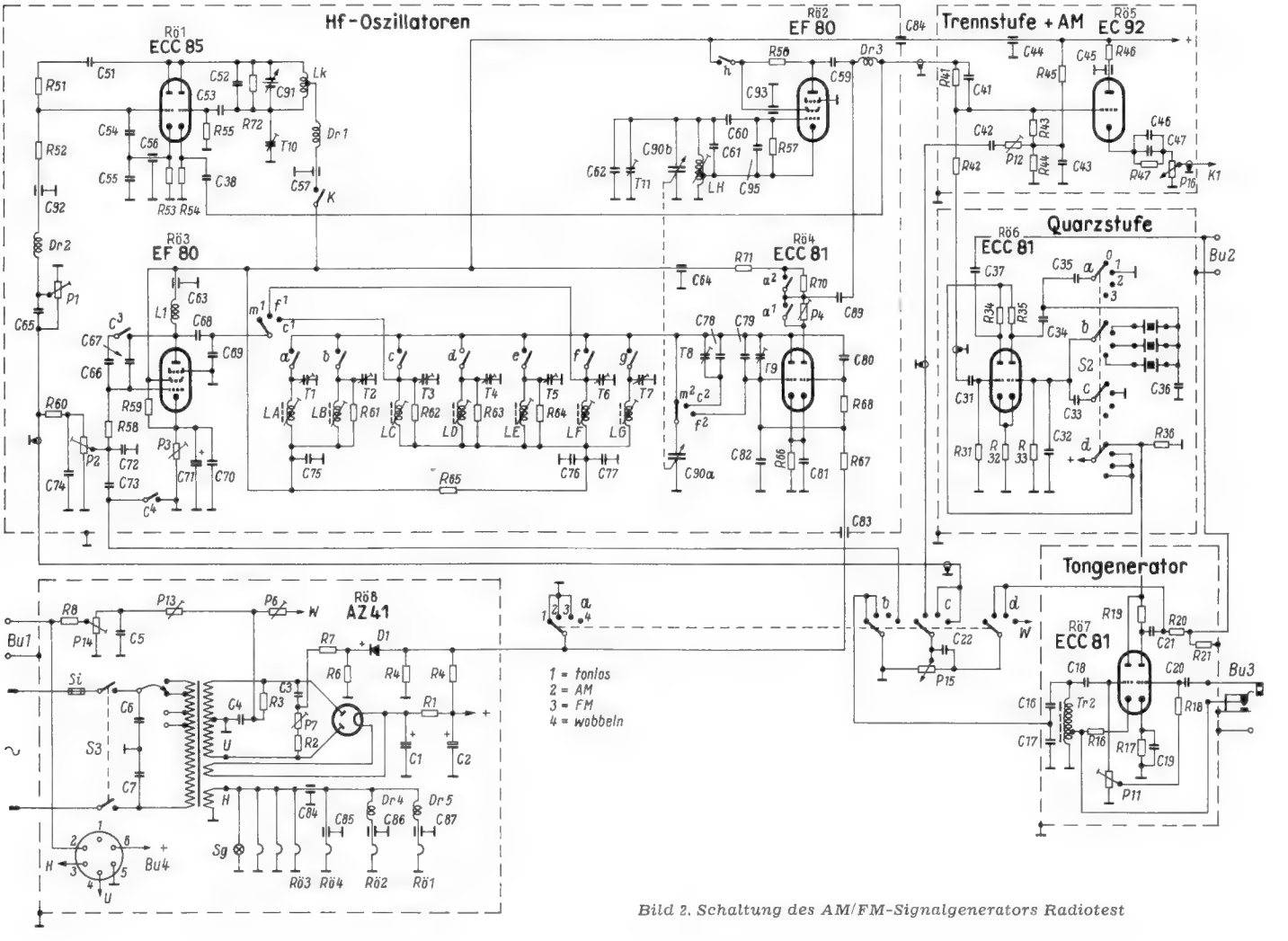


Bild 2. Schaltung des AM/FM-Signalgenerators Radiotest

etwa 800 Hz vorgesehen bei einem Modulationsgrad, der bis 80% regelbar ist. Die Frequenzen der Bereiche F und K können mit etwa 1000 Hz und einem bis ± 75 kHz regelbaren Hub frequenzmoduliert werden. Die zur Modulation erzeugten Tonfrequenzen (800 Hz und 1000 Hz) können auch allein mit 1 V an 20 kΩ entnommen werden.

Oberwellen des Bereiches K liegen im Fernsehband III. Durch Amplitudenmodulation dieses Bereiches mit dem Ton 800 Hz entstehen auf einem angeschlossenen Fernsehempfänger horizontale Balken, deren Zahl durch Fremdmodulation verändert werden kann.

Der stufenlos regelbare Hf-Ausgangsspannungsteiler hat einen Regelumfang von 1 : 100 000 entsprechend einer Dämpfung von —80 dB. Die maximale Hf-Ausgangsspannung beträgt am Ende eines abgeschirmten 60 - Ω - Koaxialkabels etwa 100 mV. Durch ein Symmetrierglied kann das niederohmige Kabel an jeden symmetrischen Empfängereingang mit 240 bis 300 Ω angepaßt werden. Dr. A. Renardy

Ein Kondensatormikrofon für den anspruchsvollen Amateur

Ihre guten Eigenschaften sichern den Kondensatormikrofonen seit Jahrzehnten eine Vorzugsstellung bei der Herstellung bester Tonaufnahmen oder bei den Direktsendungen des Rundfunks. Der relativ hohe Anschaffungspreis stand jedoch einer weiteren Verbreitung von Kondensatormikrofonen hindernd im Wege. Der technisch hohe Stand der modernen Tonbandgeräte würde z. B. durch die Verwendung von Kondensatormikrofonen noch gewinnen.

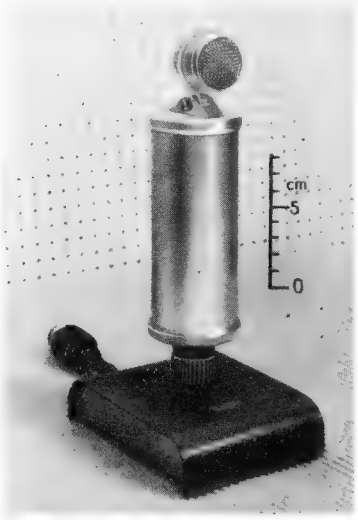


Bild 1. Kondensatormikrofon K 2/V 1

Die neuen Rojac-Kondensatormikrofone Typ K 2/V 1 liegen nun im Preis so günstig, daß sie dem anspruchsvollen Tonamateur die Anschaffung eines hochwertigen Kondensatormikrofons gestatten. Die äußere Form entspricht der bekannten zweckmäßigen Standardausführung (Betönungsrichtung senkrecht zur Achse des Vorverstärkers, **Bild 1**).

Die sorgfältig konstruierte Mikrofonkapsel besitzt einen idealen Frequenzgang (**Bild 2**). Er umfaßt nach Angaben des Herstellers den Bereich von 40 Hz bis 15 000 Hz ± 2 dB. Die Ansprechempfindlichkeit beträgt ca. 2 mV/µbar. Der einstufige Vorverstärker ist mit ausgesuchten Exemplaren der rausch- und klingarmen Pentode EF 804 S bestückt. Der Vorverstärker ist sehr übersichtlich aufgebaut und sauber verdrahtet. Er wiegt ca. 600 g, bei einem größten Durchmesser von 54 mm und einer Gesamthöhe von ca. 185 mm. Der Verstärkerausgang ist mit einem hochwertigen Mu-Metall-Übertrager für 200-Ω-Leitungen angepaßt.

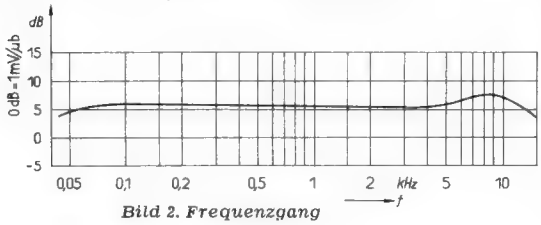


Bild 2. Frequenzgang

Die Charakteristik dieser Mikrofone ist rundempfindlich (Druckempfänger). Solche Typen bewähren sich bei verschiedenartigsten Aufnahmen auch in akustisch unvorbereiteten Räumen bestens.

Zum Betrieb des Mikrofons wurde ein kleiner Netzkoffer (18 × 9 × 11,5 cm) für Wechselstrom konstruiert. Sein Gewicht beträgt ca. 2,5 kg. Die Kontrollglimmlampe an der Frontseite des Gerätes liegt im Gleichspannungskreis. Sie erlischt erst wenige Sekunden nach dem Abschalten des Gerätes und ermöglicht damit eine Überprüfung der in der dreigliedrigen Siebkette wirksamen Elektrolytkondensatoren.

Die Lieferfirma gibt die Mikrofonkapsel zu einem für hochwertige Kondensator-Kapseln erstaunlich günstigen Preis auch einzeln ab. Damit ist allen Interessenten, die über schaltungsmäßige Kenntnisse zum Bau eines Vorverstärkers verfügen, die Möglichkeit zum Besitz eines erstklassigen Kondensatormikrofons gegeben.

Neben dem beschriebenen Modell wird unter der Bezeichnung Rojac K 3/V 2 ein gut aussehendes und handliches Kleinmikrofon für höchste Ansprüche herausgebracht. Dieses Kleinmodell wurde z. B. kurz nach seinem Erscheinen anläßlich der diesjährigen „Internationalen Musikfestwochen" in Luzern im dortigen Kunsthaus als Hauptmikrofon montiert. Die damit aufgenommenen künstlerischen Leistungen von internationalem Ruf wurden über eine ganze Reihe bedeutender europäischer Radiostationen einem großen Zuhörerkreis zugänglich gemacht. Dies stellt der Qualität dieses Klein-Mikrofons das beste Zeugnis aus.

Hersteller: Ingenieurbüro Dipl.-Ing. R. Jacobi, Stuttgart-Wangen.

Raumton ohne Seitenlautsprecher

Die Tendenz, den Lautsprecher vom Gehäuse zu trennen, um eine gute räumliche Wiedergabe zu erzielen, fördert die Lorenz-Celophon-Schallecke SZ 1 (**Bild 1**).

Die trapezförmige leicht gewölbte Schallwand enthält eine gut abgestimmte Lautsprecher-Breitband-Kombination. Sie besteht aus einem 6-Watt-System mit 215 mm Durchmesser und 9500 Gauß und einem dynamischen Hochtöner mit 65 mm Durchmesser und 10 000 Gauß. Durch die besondere Anordnung der Schallecke wird speziell bei tiefen Tönen der Strahlungswiderstand vergrößert und der Wirkungsgrad erhöht (**Bild 2**). Für den rückwärtig abgestrahlten Schall wirkt das Luftvolumen hinter der Schallecke als Baßresonator und als Umwegleitung. Dabei ergibt sich in Verbindung mit der Zimmerecke eine Wirkung, ähnlich einem großen Exponentialtrichters. Die Verbesserung bei tiefen Tönen beträgt rund 10 dB, wenn die gleiche Lautsprecherkombination in einem normalen Empfängergehäuse und in einer Schallecke verwendet wird (**Bild 3**). Infolge der Anbringung in einer Ecke genügt bereits ein Abstrahlwinkel von ± 45°, um den gesamten Raum zu beschallen. Dies wirkt sich besonders günstig bei hohen Frequenzen aus, da die mehr oder weniger ausgeprägte Richtcharakteristik des Hochtonsystems keinen Einfluß mehr hat. Zusätzlich übernehmen Wände und Decke eine weitere Tonführung, so daß zusammen mit den noch auftretenden Reflexionen ideale Bedingungen für einen Raumton vorherrschen und eine weitgehende Annäherung an das Prinzip der Kugelstrahlung erreicht wird.

Ein praktischer Vergleich zeigt, daß beim Umschalten des in einen Rundfunkempfänger eingebauten Lautsprechers auf eine Lorenz-Schallecke sich eine ganz beträchtliche Verbesserung der Klangqualität und des Klangvolumens ergibt, die selbst von gänzlich ungeübten Hörern deutlich wahrgenommen wird. Besonders auffallend sind die Vorteile bei kleinen und mittleren Empfängern oder bei Geräten ohne Seitenlautsprecher (Bild 1).

Bild 1. Die Lorenz-Celophon-Schallecke Typ SZ1 ergibt in Verbindung mit einem Mittelklassengerät z. B. dem Schaub-Lorenz-Super Goldy die Wiedergabequalität eines Raumklang-Spitzensupers

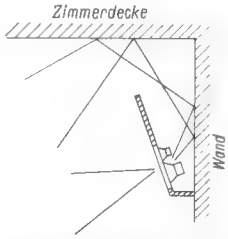


Bild 2. Schematische Darstellung des durch die Schallecke entstehenden, sich nach oben hornartig erweiternden Schallraumes

Die Schallwand wird in einer Ecke des zu beschallenden Raumes 20 bis 40 cm unterhalb der Decke so angebracht, daß die Seitenkanten, sowie ein unten befestigtes Dreieckbrettchen schalldicht an den Wänden abschließen. Es genügt dazu ein Bilderhaken für die Schnur, die sich an der Rückseite befindet. Das helle Nußbaumholz der Vorderseite fügt sich besonders gut in Wohnräume mit neuzeitlichen hellen Möbeln ein, und man benötigt weniger „Grundfläche" als für einen Großsuper.

Technische Daten

Schallwand: Nußbaumfournier (glanzgepreßt) 70 cm hoch, oben 65 cm breit, unten 30 cm breit
Lautsprecherbestückung: LP 215 (9500 Gauß) und LPH 65 (10 000 Gauß)
Anpassung: 4,5 Ω
Belastbarkeit: ca. 8 Watt
Preis: 98 DM

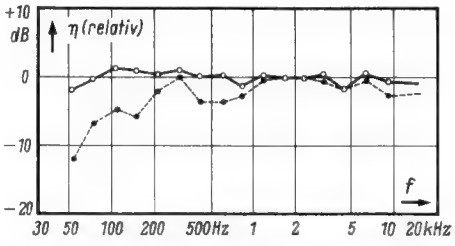


Bild 3. Schallkurven bei Verwendung gleicher Lautsprecher; ausgezogen = Lorenz-Schallecke, gestrichelt = Lautsprecher im Empfängergehäuse

Transistor-Kleinempfänger

Kaum größer als ein Taschenkalender ist dieser zweistufige Transistor-Empfänger — eine nette Übungsarbeit zur Einführung in die Transistortechnik.

Bild 1. Transistor-Kleinempfänger im Größenvergleich zu einem Taschenkalender

In vielen Fällen ist ein kleiner handlicher Empfänger sehr erwünscht. Oft möchte man auf Reisen, Wanderungen, Bergtouren, Fahrradausflügen usw. die Nachrichten, den Wetterbericht, die Zeitansage oder eine gerade interessierende Sendung hören. Zwar hat die Industrie eine große Zahl von Batterieempfängern geschaffen, doch sind diese häufig noch zu groß, und man scheut den zusätzlichen Transport teils aus Raummangel, teils wegen des Gewichtes oder der Betriebskosten. Zweckmäßig wäre daher ein Empfänger, den man bequem in die Rock- oder Handtasche stecken kann. Detektorempfänger lassen sich zwar derart klein aufbauen, ihr großer Nachteil besteht jedoch

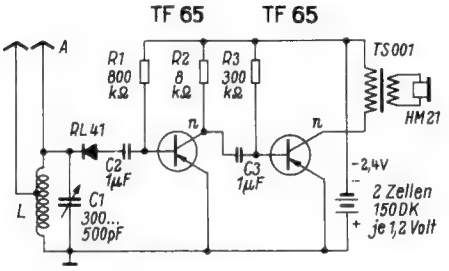


Bild 2. Schaltung des Transistor-Kleinempfängers

darin, daß die erforderliche Empfangsenergie nur in den seltensten Fällen ausreicht und daher der gewünschte sichere Empfang nie gewährleistet ist.

Dank der heute am Markte befindlichen Transistoren ist es nun möglich, einen Klein-Empfänger aufzubauen, der diese gewünschten Anforderungen erfüllt. **Bild 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel eines kleinen (10 × 10 × 3 cm), leichten (250 g einschließlich Batterie und Hörer) und empfangstüchtigen Taschenempfängers im Größenvergleich zu einem Taschenkalender.

In **Bild 2** ist die überaus einfache Schaltung des Gerätes wiedergegeben, die aus einem Detektorempfänger mit einem nachfolgenden Nf-Transistorverstärker besteht.

Die Schaltung

Für den Aufbau wurden nur handelsübliche Teile verwendet. Mit allerdings oft schwer beschaffbaren Spezialbauteilen wäre es möglich, das Gerät noch kleiner zu bauen. Der Schwingkreiskondensator C 1 ist ein Drehkondensator mit Trolitul-Dielektrikum (Hopt). Unmittelbar darauf ist die Spule befestigt. Als Hf-Gleichrichter (Detektor) arbeitet die Germaniumdiode RL 41 (Siemens & Halske). Von dieser gelangt das Nf-Signal über den Koppelkondensator C 2 (Bosch-MP) an den Block (Basis) des ersten Transistors TF 65 (Siemens & Halske). Dieser arbeitet in Emitterbasisschaltung. Der Blockableitwiderstand R 1 beträgt etwa 800 kΩ. Er wird am einfachsten durch Versuche ermittelt, da sein Wert von Exemplar zu Exemplar schwanken kann.

Vom Kollektor, dessen Arbeitswiderstand R 2 8 kΩ beträgt, gelangt das verstärkte Nf-Signal an die zweite Verstärkerstufe, die in gleicher Weise wiederum mit einem Transistor TF 65 aufgebaut ist. Den Kollektorwiderstand bildet hier die Primärspule des Subminiaturübertragers TS 001, an dem die Kopfhörerspule des magnetischen Kleinkopfhörers HM 21 (beide: Labor W, Dr.-Ing. Sennheiser) angeschlossen ist. Als Spannungsquelle dienen zwei hintereinandergeschaltete, wiederaufladbare Batterien 150 DK (D E A C), so wie sie in Schwerhörigengeräten verwendet werden. (Gesamtspannung: 2 × 1,2 V = 2,4 V). Sie haben den Vorteil, sehr klein und leicht zu sein.

Mechanischer Aufbau

Für den Aufbau des Empfängers wurden zwei Deckel von quadratischen Eisschrankbehältern aus durchsichtigem Plexiglas, wie sie in Haushaltwarengeschäften erhältlich sind, verwendet. Auf dem einen Deckel ist die gesamte Schaltung montiert. **Bild 3** zeigt die Anordnung der Bauelemente und gibt die Maße für die zu bohrenden Löcher an, **Bild 4** gibt den Zusammenbau an.

Für die Halterung und das Ein- und Ausschalten der Batterie wurde eine nicht alltägliche Lösung gewählt, wie sie **Bild 5** zeigt. Die beiden Batterien 1 und 2 befinden sich in einem Hartpapierrohr 3, welches zwischen den beiden Deckeln 4 und 5 angeordnet ist und am Frontdeckel 4 mit Alleskleber festgehalten wird. Der Frontdeckel 4 erhält eine Bohrung, durch die die abgesetzte Gewindebuchse 6 unter Zwischenlegen einer Lötfahne 7 hindurchgesteckt und mit der Mutter 8 festgehalten wird.

Damit der negative Pol der Batterie nicht auf der Büchse aufliegt und unerwünschterweise Dauerkontakt gibt, ist ein etwa 2 mm höherer, isolierender Abstandsring 9 eingefügt. Die Serienschaltung der Batterien 1 und 2 wird durch einfaches Übereinanderschichten erreicht. Die Kontaktgabe am positiven Pol der zweiten Zelle erfolgt mittels einer Kontaktfeder 10 (aus einem alten Relais), die am Rückwanddeckel 5 mit den Schrauben 11 befestigt ist. Das Gerät wird mit der in die Gewindebuchse 6 eingeschraubten Schraube 12 ein- und ausgeschaltet: Wird diese Schraube bis an den Pluspol der Batterie angeschraubt, wie dies Bild 5b zeigt, so stellt sie zwischen diesem und der Lötöse über die Gewindebuchse Kontakt her und der Empfänger ist eingeschaltet. Durch Zurückschrauben der Schraube 12 wird das Gerät ausgeschaltet.

Diese Lösung wurde gewählt, da entsprechend kleine und zweckmäßige Schalter, die mit Sicherheit ungewolltes Einschalten verhindern, nicht zur Verfügung

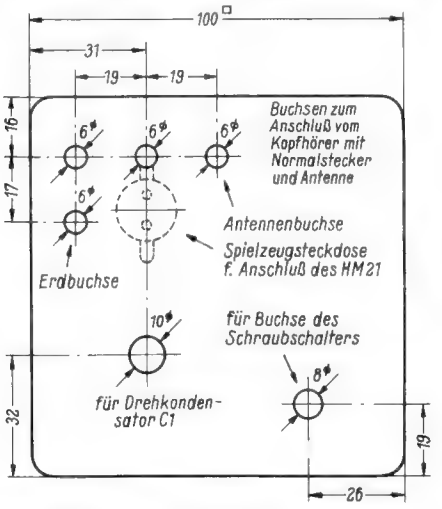


Bild 3. Bohrplan für den Frontdeckel aus Plexiglas

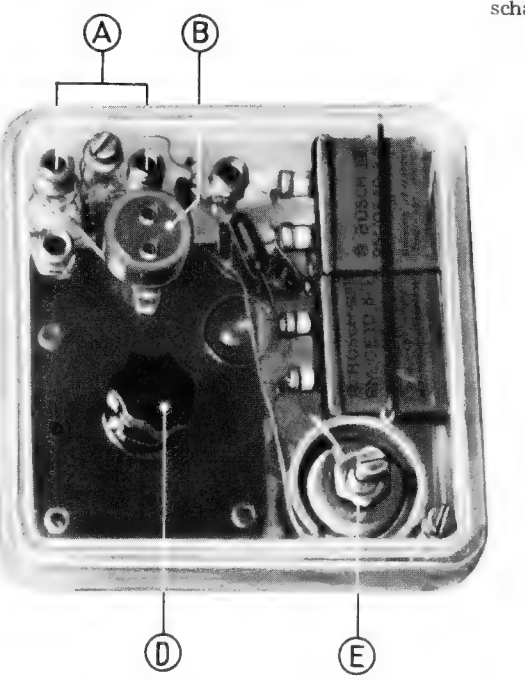


Bild 4. Die Anordnung der Einzelteile ist durch den Plexiglasdeckel hindurch zu erkennen; A = Kopfhöreranschluß für Normalstecker, B = Kopfhöreranschluß mit Spielzeug-Steckdose, D = Abstimmung, E = Schraubschalter mit Batterie und Halter

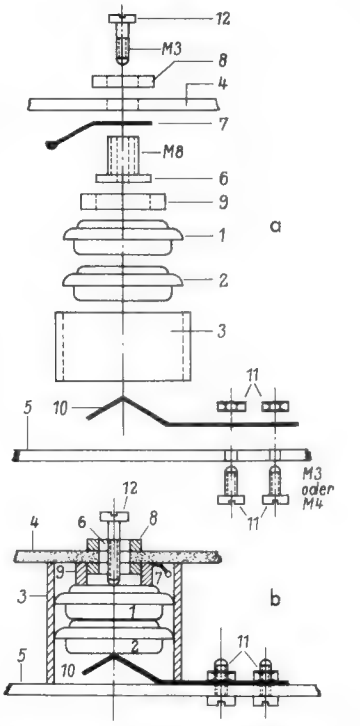


Bild 5. Zusammenbau des Batteriehalters mit den Batterien und dem Schraubschalter (im Schnitt). Positionsbezeichnungen siehe Text

standen. Wenn man dagegen die Schraube entfernt, wird der Empfänger mit Sicherheit nicht eingeschaltet. Die beiden Deckel werden mit Abstandsschrauben miteinander verbunden. Auf ihre beiderseits angesetzten Kanten wird zum vollständigen Verschluß rings um das Gerät ein Streifen aus Pappe oder Astralon gewikkelt, welcher mit etwas Tesafilm festgehalten wird. Auf dieses etwas in der Vertiefung liegende Verschlußband können der Antennendraht sowie die Zuleitungsschnur für den Kopfhörer gewickelt werden.

Als Kopfhörer wurde der magnetische Kleinhörer HM 21 (Labor W, Dr.-Ing. Sennheiser) mit der Anpassungsimpedanz von 1400 Ω verwendet. Er eignet sich auch zum Direktanschluß an den letzten Transistor. Die Verwendung des Subminiatur-Übertragers TS 001 (Labor W) ist jedoch wegen der besseren, annähernd optimalen Anpassung und der damit verbundenen größeren Lautstärke vorteilhafter. Zur Befestigung am Ohr wurde der Stetoclip HZS 1 (Labor W) verwendet. Bei diesem ist eine Verbindung durch einen dünnen Draht vom runden metallischen Verschluß zum weißen Ohrkontaktschuh empfehlenswert, weil dann der menschliche Körper als Gegengewicht (Erde) wirkt und die Lautstärke erheblich steigt. Der Anschluß des Kopfhörers am Gerät erfolgt mit einem Miniaturstecker bzw. einer Miniatursteckdose, so wie sie bei Puppenstuben und Spielzeugeisenbahnen üblich sind.

Im Modell verwendete Einzelteile

Transistoren: TF 65 (Siemens & Halske, München)
Germaniumdiode: RL 41 (Siemens & Halske, München)
Kopfhörer: HM 21 (Labor W, Dr.-Ing. Sennheiser, Wennebostel)
Stetoclip: HZS 1 (Labor W, Dr.-Ing. Sennheiser, Wennebostel)
Kondensatoren: Bosch MP (Stuttgart)
Batterien: 150 DK (Deutsche Edison-Akkumulatoren-Company GmbH, Frankfurt/M.)
Drehkondensator mit Spule: (Hopt, GmbH, Schörzingen/Wttbg.)
Einstellknopf: K 5214 (Mentor, Düsseldorf)
Subminiatur-Übertrager: TS 001 (Labor W, Dr.-Ing. Sennheiser, Wennebostel)
Gehäuse: Eisschrankbehälterdeckel
Buchsen: Hirschmann, Esslingen

Schlußbemerkung: In sehr vielen Fällen reicht bereits eine Transistorstufe aus. Dann wird einfach von der Germaniumdiode RL 41 an C 3 angekoppelt und die erste Stufe weggelassen. Umgekehrt kann man in besonders ungünstigen Empfangs-Fällen mit einer weiteren Transistorstufe arbeiten.

Ing. Gerhard H. Hille

So schaltet man ein Vielfach-Instrument

Mit der hier angegebenen Schaltung vermeidet man Meßunsicherheiten und Beschädigungen an Strommessern für mehrere Meßbereiche.

Oft findet man selbstgebaute Amperemeter mit mehreren Meßbereichen nach **Bild 1** geschaltet. Diese Anordnung ist in ganz hohem Maß von der Güte und von den niedrigen Übergangswiderständen des Schalters abhängig. Im größten Meßbereich betragen die Werte der Nebenschlüsse bisweilen nur wenige Zehntel Ohm. Ein schlechter Übergangswiderstand am Schalterkontakt von vielleicht einigen Hundertstel Ohm ergibt dann bereits ganz beträchtliche Meßfehler. Wird der Kontakt aber ganz unterbrochen, z. B. beim Weiterschalten auf den nächsten Kontakt oder durch ungenügende Kontaktgabe, dann fließt der gesamte Strom über das Instrumentensystem selbst und zerstört es.

Man vermeidet diese Schwierigkeiten bei der Anordnung nach **Bild 2.** Hierfür ist ein Schalter mit zwei Schaltebenen erforderlich. Der Meßstrom fließt über die Kontakte von S 1; mit Hilfe von S 2 wird das

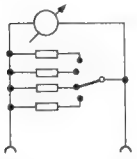


Bild 1. Unzweckmäßige Schaltung eines Strommessers mit mehreren Nebenschlüssen

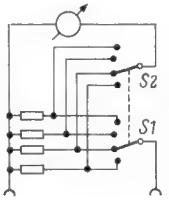


Bild 2. Die verbesserte Schaltung erfordert einen Schalter mit zwei Ebenen

Instrument an die Enden des stromdurchflossenen Widerstandes gelegt. Übergangswiderstände an S 1 fälschen jetzt die Messung nicht mehr und an S 2 sind sie ungefährlich, da der hohe Widerstand des Meßwerks in Reihe liegt. Auch Kontaktunterbrechungen sind unschädlich.

Ebenso günstig, jedoch einfacher ist die Schaltung **Bild 3.** Hierbei liegen die in Reihe geschalteten Nebenschlüsse stets fest parallel zum Instrumentensystem. Die Übergangswiderstände des Bereichschalters liegen außerhalb des eigentlichen Meßzweiges, und sie können nicht den Wert der Nebenschlüsse beeinträchtigen. Bei einer Stromunterbrechung am Schalterkontakt wird das Instrument ebenfalls stromlos und kann niemals überlastet werden wie in Bild 1.

Das Prinzip dieser Anordnung beruht darauf, daß der zu messende Strom einen oder mehrere Nebenschlüsse durchfließen muß, während das eigentliche Instrument den Spannungsabfall an den vom Strom durchflossenen Teil der Nebenwiderstände mißt. Die nichtdurchflossenen Widerstände bilden dabei einen Vorwiderstand für das Instrument. In Bild 3 ist z. B. I1 der Meßbereich für den größten Strom. Er durchfließt nur den Teilwiderstand A und erzeugt daran einen kleinen Spannungsabfall. Die Teilwiderstände B + C + D und der eigentliche Innenwiderstand R des Meßwerkes teilen diese Spannung auf. Durch diese Vorwiderstände wird das Instrument außerdem zusätzlich gegen Überlastung geschützt.

Die verschiedenen Vorteile der Schaltung Bild 3 müssen allerdings mit einem kleinen Nachteil erkauft werden. Selbst im empfindlichsten Bereich liegt nämlich bereits der Nebenschluß A + B + C + D parallel zum Instrument und setzt den eigentlichen Endausschlag herab. Je nach der Bemessung der Nebenschlüsse wird man also z. B. nicht mehr 1 mA Vollausschlag, sondern nur noch 1.1 mA erreichen

Bei handelsüblichen Instrumenten ist aber meist im Innern ein magnetischer Nebenschluß vorhanden, mit dessen Hilfe man den ursprünglichen Wert wieder einjustieren kann. Die Berechnung der Nebenschlüsse in Bild 3 ist allerdings etwas schwieriger als für Bild 1 und 2.

Wir gehen dabei wie in Bild 3 von vier Meßbereichen aus. Der Innenwiderstand R und der maximale Strom i für den Vollausschlag des Meßwerkes müssen bekannt sein. Der eigentliche Meßstrom I ist stets größer als der Strom i, der durch das Instrument fließt. Für jeden Bereich ergibt sich dabei ein bestimmter Faktor k, mit dem man i multiplizieren muß, um I zu erhalten.

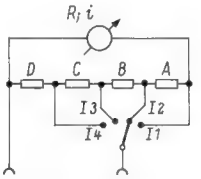


Bild 3. Vereinfachte Schaltung mit in Reihe liegenden Nebenschlüssen

Es gilt also:

$$I_1 = k_1 \cdot i \qquad k_1 = \frac{I_1}{i}$$

$$I_2 = k_2 \cdot i \qquad k_2 = \frac{I_2}{i}$$

$$I_3 = k_3 \cdot i \qquad k_3 = \frac{I_3}{i}$$

$$I_4 = k_4 \cdot i \qquad k_4 = \frac{I_4}{i}$$

$$(I_n = k_n \cdot i) \qquad \left(k_n = \frac{I_n}{i}\right)$$

Der Gesamtwiderstand der Widerstandskette beträgt:

$$R_{ges} = A + B + C + D$$

Durch den Innenwiderstand R des Instrumentes fließt bei Vollausschlag stets der Strom i. Im empfindlichsten Bereich fließt der Gesamtstrom I_4 (oder allgemein I_n) in die Schaltung hinein. Davon zweigt der Teilstrom i durch das Instrument ab, somit verbleibt für den gesamten Parallelwiderstand R_{ges} nur ein Strom von der Größe $I_4 - i$ oder, da $I_4 = k_4 \cdot i$ ist, wird der **Teilstrom durch R_{ges}**

$$I_4 - i = k_4 \cdot i - i = \mathbf{i\,(k_4 - 1)}$$

Andererseits verhalten sich die Widerstände umgekehrt wie die Ströme, d. h.

$$\frac{R_{ges}}{R} = \frac{i}{i\,(k_4 - 1)}$$

$$R_{ges} = \frac{R}{k_4 - 1}$$

oder allgemein bei n Teilwiderständen

$$\boxed{R_{ges} = \frac{R}{k_n - 1}}$$

Damit besitzt man bereits eine wichtige Endformel.

Weiter läßt sich für den Nebenschluß A des unempfindlichsten Bereiches eine einfache Gleichung aufstellen. In diesem Bereich fließt der Gesamtstrom I_1 in die Anordnung hinein; davon zweigt der Teilstrom i über die Widerstände B + C + D und den Innenwiderstand R ab. Durch A selbst fließt also nur noch ein Strom $I_1 - i$ oder, da $I_1 = k_1 \cdot i$ ist, beträgt der **Strom durch A**

$$I_1 - i = k_1 \cdot i - i = \mathbf{i\,(k_1 - 1)}$$

Der Spannungsabfall an A ist aber ebenso groß wie an B + C + D + R, d. h.

$$I_1 \cdot A = (B + C + D + R) \cdot i$$

$$k_1 \cdot i \cdot A = (B + C + D + R) \cdot i$$

$$k_1 \cdot A = B + C + D + R$$

Da $R_{ges} = A + B + C + D$, kann man setzen

$$B + C + D = R_{ges} - A$$

(Fortsetzung auf Seite 530)

SCHAUB LORENZ

Wer nicht Schaub-Lorenz führt, ist nicht komplett sortiert

Schaub-Lorenz Weltspiegel 543
Das preiswürdige Fernseh-Tischgerät mit aluminisierter 43 cm-Lorenz-Bildröhre, das durch seine zierlichen Ausmaße, sein leichtes Gewicht und seine einfache Bedienung besondere Argumente im Verkaufsgespräch mit Frauen (und Männern, die ihre Frauen beschenken wollen) bietet: **DM 758.–**

Schaub-Lorenz Jllustraphon 553
Verschließbarer kleindimensionierter Schrank mit aluminisierter 53 cm-Lorenz-Bildröhre: **DM 1198.–**

Neu: Schaub-Lorenz Jllustraphon 560
Mit der ganz großen 61 cm-Lorenz-Bildröhre in Luxusschrank. Das Standardmodell der großen Klasse: **DM 1595.–**

Schaub-Lorenz hat auch an die Frauen gedacht ...

Schaub Apparatebau Pforzheim, Abteilung der C. Lorenz Aktiengesellschaft

Daraus ergibt sich:

$$k_1 \cdot A = R_{ges} - A + R$$

und nach einigen Umformungen

$$\boxed{A = \frac{R + R_{ges}}{k_1 + 1}}$$

oder allgemein

$$\boxed{A = \frac{R + R_{ges}}{k_n + 1}}$$

Man erhält somit den Nebenschluß für den größten Meßbereich allein aus dem vorher ermittelten Gesamtwiderstand und dem Faktor k_1, der ein Maß für den Meßbereich darstellt.

Auf gleiche Weise errechnet sich der Wert für den Summenwiderstand A + B. Man braucht sich hierfür nur vorzustellen, daß lediglich der Meßbereich I_2 gewünscht ist und setzt

$$A + B = \frac{R + R_{ges}}{k_2 + 1}$$

Hat man den Gesamtwert von A + B, dann ist einfach der zuerst errechnete Wert A davon abzuziehen, um den Teilwiderstand B zu erhalten.

Beispiel 1

Als praktisches Beispiel sei angenommen, daß ein Strommesser für die Meßbereiche 1 mA, 10 mA, 100 mA und 1 A geschaffen werden soll. Da im empfindlichsten Bereich stets schon ein Nebenschluß R_{ges} vorhanden ist, muß der Strom i für den Vollausschlag des Meßwerkes allein kleiner als 1 mA sein. Steht nur ein serienmäßiges Instrument mit einem Vollausschlag von 1 mA zur Verfügung, so muß man versuchen, es durch Entfernen des magnetischen Nebenschlusses oder der eingebauten Abgleichwiderstände empfindlicher zu machen. Angenommen, es werde der Wert i = 0,91 mA Endausschlag erreicht, dann wird

$$k_1 = \frac{I_1}{i} = \frac{1000}{0{,}91} = 1100$$

$$k_2 = \frac{I_2}{i} = \frac{100}{0{,}91} = 110$$

$$k_3 = \frac{I_3}{i} = \frac{10}{0{,}91} = 11$$

$$k_4 = \frac{I_4}{i} = \frac{1}{0{,}91} = 1{,}1$$

Der Widerstand R des Meßwerkes betrage 200 Ω. Dann ist

$$\mathbf{R_{ges}} = \frac{R}{k_4 - 1} = \frac{200}{1{,}1 - 1} = \mathbf{2000\ \Omega}$$

Der Teilwiderstand A beträgt

$$\mathbf{A} = \frac{R + R_{ges}}{k_1 + 1} = \frac{200 + 2000}{1100 + 1} \sim \mathbf{2\ \Omega}$$

Ferner ist

$$A + B = \frac{R + R_{ges}}{k_2 + 1} = \frac{2200}{110 + 1} = 19{,}82\ \Omega$$

Es empfiehlt sich, diese Zahlen schulmäßig auf dem Papier zu dividieren, der Rechenschieber ist hier zu ungenau!

Der Widerstand B allein beträgt dann

$$\mathbf{B} = 19{,}82 - 2 = \mathbf{17{,}82\ \Omega}$$

Weiter ergibt sich

$$A + B + C = \frac{2200}{k_3 + 1} = \frac{2200}{11 + 1} = 183{,}33$$

Um C zu erhalten, wird der vorher für A + B errechnete Wert von 19,82 Ω davon abgezogen.

$$\mathbf{C} = 183{,}33 - 19{,}82 = \mathbf{163{,}51\ \Omega}$$

Der Teilwiderstand D berechnet sich dann einfach aus dem Gesamtwiderstand R_{ges} und dem zuletzt ermittelten Summenwiderstand A + B + C = 183,33 zu

$$\mathbf{D} = 2000 - 183{,}33 = \mathbf{1816{,}67}$$

Damit wären die Widerstandswerte ermittelt. Addiert man die Einzelwerte A + B + C + D, so erhält man genau 2000 Ω.

Bei einer kritischen Betrachtung ergibt sich aber: Im größten Meßbereich I_1 = 1 A beträgt der Widerstand der gesamten Anordnung praktisch 2 Ω. Der Strom von 1 A erzeugt dann daran einen Spannungsabfall von 2 Volt! Dies ergibt bei Messungen an Niedervolt-Spannungsquellen, z. B.

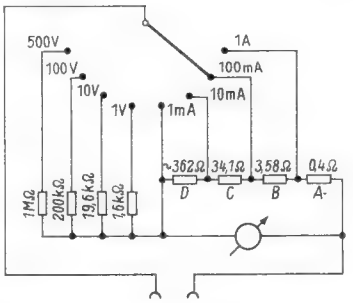


Bild 4. Erweiterung der Schaltung Bild 3 auf Spannungsmessungen

Autobatterien, aber bereits erhebliche Meßfehler, wenn allein 2 V Spannung bei Vollausschlag im Instrument verloren gehen. Der Grund für diesen Nachteil liegt darin, daß die Nebenschlüsse zu hochohmig werden müssen, wenn sich der empfindlichste Meßbereich I_4 nur wenig von dem Strom i für das Meßwerk unterscheidet. Man tut daher besser daran, das Instrument empfindlicher zu wählen, also z. B. i = 0,5 mA, aber den eigentlichen niedrigsten Strommeßbereich I_4 mit 1 mA zu belassen. Für diesen Fall sei das zweite Beispiel berechnet.

Beispiel 2

i = 0,5 mA; R = 400 (der Innenwiderstand wird bei einem empfindlicheren Instrument größer).

$$k_1 = \frac{I_1}{i} = \frac{1000}{0{,}5} = 2000$$

$$k_2 = \frac{100}{0{,}5} = 200$$

$$k_3 = \frac{10}{0{,}5} = 20$$

$$k_4 = \frac{1}{0{,}5} = 2$$

$$\mathbf{R_{ges}} = \frac{R}{k_4 - 1} = \frac{400}{2 - 1} = \mathbf{400\ \Omega}$$

$$\mathbf{A} = \frac{R + R_{ges}}{k_1 + 1} = \frac{400 + 400}{2001} = \mathbf{0{,}4\ \Omega}$$

Der Spannungsabfall bei Vollausschlag hat sich also von 2 V auf 0,4 V vermindert, dies dürfte in der Funkwerkstatt meist tragbar sein. Weiter ergibt sich:

$$A + B = \frac{R + R_{ges}}{k_2 + 1} = \frac{800}{201} = 3{,}98$$

$$\mathbf{B} = 3{,}98 - 0{,}4 = \mathbf{3{,}58\ \Omega}$$

$$A + B + C = \frac{R + R_{ges}}{k_3 + 1} = \frac{800}{21} = 38{,}1$$

$$\mathbf{C} = 38{,}1 - 3{,}98 \sim \mathbf{34{,}1\ \Omega}$$

$$\mathbf{D} = R_{ges} - 38{,}1 = 400 - 38{,}1 = \mathbf{361{,}9\ \Omega}$$

Damit liegen die Teilwiderstände fest. Addiert man sie, so ergibt sich 399,98 Ω, also eine geringfügige Abweichung, die sich mit normalen Meßmitteln gar nicht nachweisen läßt.

Ist die Unterteilung der Meßbereiche im Verhältnis 10 : 1 zu grob, dann lassen sich sinngemäß Zwischenwerte ausrechnen. Für einen Vollausschlag von 300 mA würde z. B. sein:

$$k = \frac{300}{0{,}5} = 600$$

$$R_{300} = \frac{800}{600 + 1} = 1{,}33\ \Omega$$

Praktische Justierung der Widerstände

Diese Widerstände sind nun auf einer guten Meßbrücke sehr genau abzugleichen und mit dem Milliamperemeter zusammenzubauen. Wird jetzt im 1-mA-Bereich das Instrument mit Hilfe des magnetischen Nebenschlusses oder der eingebauten Widerstände auf Vollausschlag abgeglichen, dann müssen auch die anderen Bereiche stimmen.

Will man die Teilwiderstände betriebsmäßig einstellen, dann sind sie trotzdem zunächst grob auf der Meßbrücke abzugleichen. Selbstverständlich kommen nur Drahtwiderstände hier in Frage. Sie werden dann ebenfalls mit dem Instrument zusammengebaut, und nun wird im 1-mA-Bereich zunächst der Widerstand D auf Vollausschlag abgeglichen. Dann folgen im 10-mA-Bereich der Widerstand C, im 100-mA-Bereich der Widerstand B und zum Schluß im größten Meßbereich der Widerstand A. Zum Überprüfen wird man in der gleichen Reihenfolge sämtliche Widerstände nochmals nachgleichen.

Erweiterung für Spannungsmessungen

Die hier beschriebene Anordnung der Nebenschlüsse für die Strommeßbereiche gestattet gleichzeitig eine einfache Umschaltung für Spannungsmessungen mit einem normalen Rastenschalter mit einer Ebene. **Bild 4** zeigt eine solche Schaltung. Die Strommeßbereiche entsprechen dabei dem Rechenbeispiel 3.

Das Gerät besitzt nur zwei Anschlußklemmen. Man gelangt daher zu einem Vielfachmesser, der für fast alle Anodenströme und Anodenspannungsmessungen in Geräten ausreicht und der sich recht handlich zusammenbauen läßt. Zum Schluß seien auch hier noch die Vorwiderstände für die Spannungsmeßbereiche angegeben.

Beispiel 3

R = 400 Ω, i = 0,5 mA

Für 1 Volt Vollausschlag muß der Widerstand des Meßkreises betragen

$$R = \frac{1}{0{,}0005} = 2000\ \Omega$$

Davon gehen ab 400 Ω für das Meßwerk, also muß der Vorwiderstand R_1 = **1600 Ω** = 1,6 kΩ groß sein.

Für 10 Volt Vollausschlag gilt

$$R = \frac{10}{0{,}5 \cdot 10^{-3}} = 20\ k\Omega$$

d. h. der Vorwiderstand R_{10} ist 20 — 0,4 kΩ = **19,6 kΩ**.

Im 100-V-Bereich und 500-V-Bereich kann man den Innenwiderstand des Meßwerkes praktisch bereits vernachlässigen, und man erhält R_{100} = **200 kΩ** und R_{500} = **1 MΩ**. Diese Werte sind in Bild 4 ebenfalls eingetragen. Ing. O. Limann

Berichtigungen. Nicht 320 W sondern sogar 320 kW leistet die in der FUNKSCHAU 1955 Heft 15, Seite 315 erwähnte „Ananasröhre" von Siemens. Dagegen ist bei der Besprechung der Ersa-Lötkolben in der FUNKSCHAU 1955, Heft 19, Seite 440 ein Wert zu groß geraten; es muß nicht heißen „1,8fache" Überspannung, sondern nur „1,18fache" Überspannung. Daraus ergibt sich dann die 1,4fache Leistung.

Dr.-Ing. F. Bergtold: *Für den jungen Funktechniker*

22. Vektoren

Noch einmal der zeitlich sinusförmige Verlauf

Einen solchen Verlauf veranschaulicht **Bild 1:** Der Augenblickswert der Spannung nimmt dort von Null aus erst einmal etwa verhältnisgleich der Zeit zu. Dann verlangsamt sich sein Anstieg mehr und mehr. So wird der Scheitelwert erreicht. Von nun an fällt der Augenblickswert anfangs langsam und dann rascher ab. Nach einiger Zeit geht er durch Null, um nun — mit entgegengesetztem Vorzeichen wie zuerst — größer zu werden, einen Scheitelwert zu erreichen und dann wieder abzunehmen.

Schon einmal wurde darauf hingewiesen, daß sich die scheinbare Länge eines mit konstanter Winkelgeschwindigkeit umlaufenden Zeigers beim Betrachten senkrecht zur Drehachse aus großer Entfernung zeitlich sinusförmig ändert **(Bild 2)**.

Der Ausdruck s i n u s f ö r m i g kommt aus der Mathematik. In ihr verstehen wir unter dem Sinus eines Winkels das durch **Bild 3** veranschaulichte Seitenverhältnis in einem rechtwinkligen Dreieck. Der eine der beiden spitzen Winkel ist in diesem Bild α (sprich alpha) genannt. Die dem Winkel α gegenüberliegende Dreieckseite heißt a. Die längste Dreieckseite (die

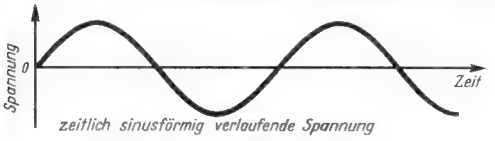


Bild 1

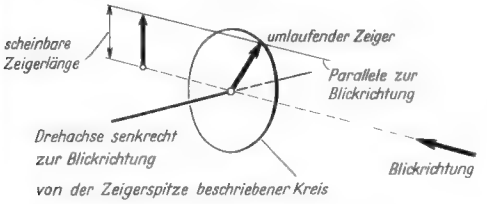


Bild 2

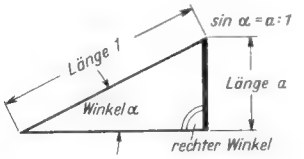


Bild 3

Hypotenuse des rechtwinkligen Dreiecks) habe die Länge l. Damit gilt für den Sinus des Winkels α:

$$\sin \alpha = a : l = a.$$

Um einen dem Bild 1 entsprechenden sinusförmigen Verlauf zu erhalten, tragen wir die Länge der Strecke a abhängig von dem Winkel α auf. **Bild 4** zeigt uns Beispiele für die zu verschiedenen Werten des Winkels α gehörenden Strecken a. Das **Bild 5** weist darauf hin, daß der Winkel entweder in Winkelgraden oder im Bogenmaß gemessen werden kann. Demgemäß gehören zum vollen Winkel entweder 360° oder 2 π.

Bild 6 enthält links den umlaufenden Zeiger und den Winkel α sowie rechts die

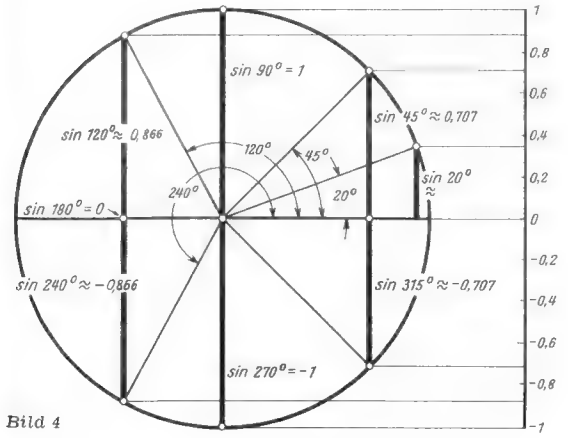


Bild 4

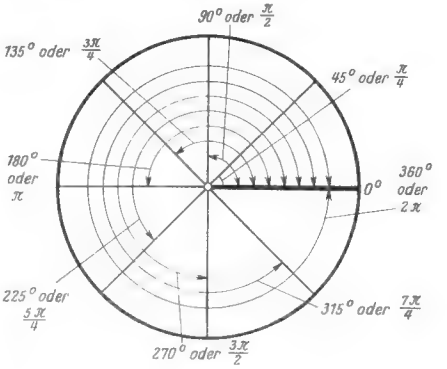


Bild 5

Kennlinie, die den Zusammenhang zwischen dem Sinus dieses Winkels (a = sin α) und dem Winkel α selbst veranschaulicht.

Wenn nun der Pfeil, wie vorausgesetzt, mit gleichbleibender Umlaufgeschwindigkeit rotiert, nimmt der Winkel α proportional der Zeit zu. Mit der Winkelgeschwindigkeit, für die wir das Formelzeichen ω (sprich omega) verwenden, und der Zeit, zu der das Formelzeichen t benutzt wird, gilt also der Zusammenhang

$$\alpha = \omega t.$$

Somit folgt aus dem Bild 6 für gleichbleibende Umlaufgeschwindigkeit des Zeigers der in **Bild 7** dargestellte zeitlich sinusförmige Verlauf. Hier tritt also rechts an Stelle des Winkels α von Bild 6 die Zeit t.

Winkelgeschwindigkeit und Frequenz

Zu jeder vollen Umdrehung des umlaufenden Zeigers gehört ein voller Winkel, der im Bogenmaß mit 2 π gegeben ist. Falls der Zeiger nun etwa 50 Umläufe je Sekunde macht, legt er in jeder Sekunde 50 volle Winkel zurück. Damit beträgt der Wert des gesamten, auf eine Sekunde entfallenden Winkels für die 50 Umläufe je Sekunde $50 \cdot 2\pi \approx 314$.

Zu den 50 Umläufen je Sekunde gehört die Frequenz 50 Hz. Setzen wir an Stelle dieser Frequenz das Formelzeichen f, so können wir als Ausdruck für den je Sekunde zurückgelegten Winkel unseres Pfeiles anschreiben: $\omega = 2\pi f$. Dieser Ausdruck stellt nichts anderes dar als die Winkelgeschwindigkeit ω des Pfeils oder, wie man hier auch sagt, die zu der Frequenz f gehörende Kreisfrequenz ω. Die Kreisfrequenz ist, wie wir sehen, das 2π fache der Frequenz. Sie spielt in der Hf-Technik eine große Rolle.

Augenblickswert einer zeitlich sinusförmig veränderlichen Größe

Der Augenblickswert a einer zeitlich sinusförmig veränderlichen Größe mit dem Scheitelwert A und der Frequenz f gehorcht der Beziehung:

$$a = A \cdot \sin (2\pi \cdot f \cdot t)$$
$$a = A \cdot \sin (\omega t)$$

Handelt es sich um eine Spannung mit dem Scheitelwert U, so tritt dieses Formelzeichen an die Stelle des Buchstabens A und dementsprechend auch das Formelzeichen u an Stelle des Buchstabens a. Für einen Strom verwenden wir im gleichen Sinn die Buchstaben I und i.

Bild 8 zeigt den zeitlichen Verlauf zweier Wechselgrößen. Die Wechselgröße mit dem kleineren Scheitelwert A hat eine höhere Frequenz als die Wechselgröße mit dem größeren Scheitelwert B.

Vom Pfeil zum Vektor

Bild 7 ließ erkennen, daß man einen mit konstanter Winkelgeschwindigkeit umlaufenden Pfeil als ausreichende Darstellung einer zeitlich sinusförmig veränderlichen Größe verwenden kann. Zu dem Pfeil gehören dabei natürlich die Angaben,

um welche Art der Wechselgröße es sich handelt,
in welchem Maß der Pfeil mit seiner Länge den Wert der Wechselgröße darstellt und
welche Frequenz die Wechselgröße hat.

In diesem Sinne veranschaulicht **Bild 9** einen sinusförmigen Wechselstrom mit einem Scheitelwert von 10 A und einer Frequenz von 50 Hz.

Es ist nicht unbedingt angenehm, sich stets vor Augen halten zu müssen, daß der Pfeil, der die Wechselgröße bedeuten soll, mit der ihrer Frequenz entsprechenden Geschwindigkeit umläuft.

Glücklicherweise kommt man auch ohne das Umlaufen des Pfeiles aus. Maßgebend ist die scheinbare Länge des umlaufenden Pfeiles. Diese Länge entspricht — gemäß **Bild 10** — der Projektion des Pfeiles auf eine senkrecht zur Blickrichtung stehende Gerade. Für die Länge der Projektion des Pfeiles ist außer der Länge des Pfeiles selbst nur der Winkel zwischen Pfeil und Geraden maßgebend. Die konstante Winkelgeschwindigkeit ergibt sich nun ebenso, ob man etwa (wie bisher) den Pfeil selbst entgegen dem Uhrzeigersinn oder die Gerade — hierzu im Uhrzeigersinn — mit

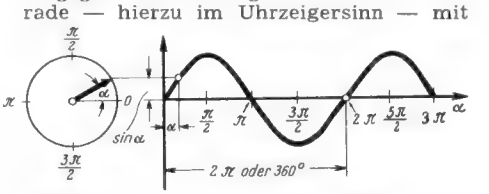


Bild 6

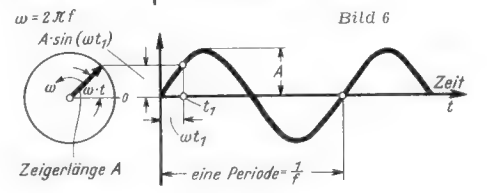


Bild 7

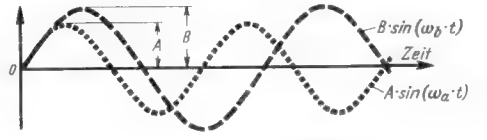


Bild 8

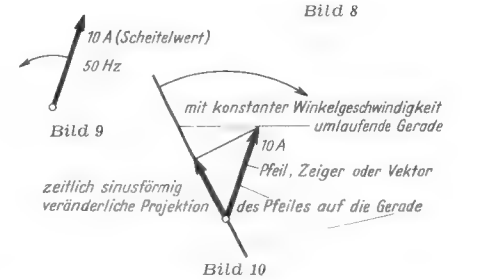


Bild 9

Bild 10

derselben gleichbleibenden Winkelgeschwindigkeit umlaufen läßt. Somit sind in bezug auf den zeitlich sinusförmigen Verlauf der Projektion des Pfeiles die Bilder 9 und 10 einander gleichwertig. In Bild 10 hat der Pfeil seine feste Lage. Lediglich die Gerade, auf die er jeweils projiziert wird, läuft (im Uhrzeigersinn) mit der der Frequenz entsprechenden Geschwindigkeit um. Die umlaufende Gerade ersetzt in gewissem Sinne die Zeit und wird demgemäß Z e i t l i n i e genannt.

Eine Größe, die außer einem Wert auch eine bestimmte Richtung hat, nennt man Vektor. In diesem Sinne ist der Pfeil des Bildes 10 ein Stromvektor. Ebenso wie Stromvektoren gibt es natürlich auch Spannungsvektoren.

Ein solcher Strom- oder Spannungsvektor, wie wir ihn in der Hochfrequenztechnik vielfach (z. B. im Zusammenhang mit der Arbeitsweise des Ratio-Detektors) verwenden, ist also ein Pfeil,

an dem steht, ob er einen Strom oder eine Spannung bedeuten soll und um welche Frequenz es sich dabei handelt, dessen Länge dem Wert des Stromes oder der Spannung entspricht und dessen Richtung die jeweilige Phasenlage der Spannung oder des Stromes andeutet.

Die Phasenlage betrifft z. B. den Zeitpunkt, in dem der Augenblickswert der Vektorgröße (vom negativen Bereich) durch Null (in den positiven Bereich) geht. Die Phasenlage spielt, solange es sich nur um einen einzelnen Vektor handelt, keine Rolle. Erst wenn mehrere zusammengehörende Vektoren in einem Bild vereinigt sind, kommt es auf die gegenseitigen Phasenlagen an.

Für die Angabe der gegenseitigen Phasenlage oder Phasenverschiebung geht man davon aus, daß ein voller Winkel (also 360° oder 2π) einer vollen Periode gleichkommt. Eine gegenseitige Phasen-

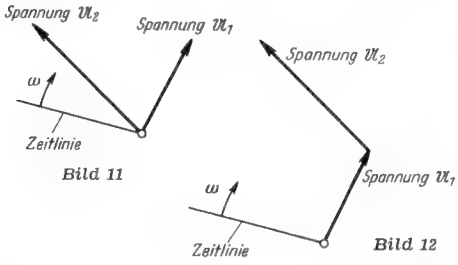


Bild 11 Bild 12

verschiebung um ein Viertel einer Periode wird demnach durch einen rechten Winkel zwischen den beiden hierzu gehörenden Vektoren dargestellt.

Vektoren, Zeitlinie und Phasenlage

Zum Gewinnen der Augenblickswerte werden die einzelnen Vektoren auf die Zeitlinie projiziert. Für die Länge der einzelnen Projektion spielt — außer der Länge des Vektors selbst — lediglich der Winkel eine Rolle, den der Vektor mit der Zeitlinie einschließt. Das bedeutet:

Im Vektorbild dürfen die Vektoren parallel zu sich selbst verschoben werden.

Für die Phasenverschiebung zwischen zwei Vektoren spielt es also keine Rolle, ob diese nun — wie in **Bild 11** — von einem gemeinsamen Punkt aus aufgetragen sind oder ob etwa — wie in **Bild 12** — ein Vektor an den andern angereiht wird.

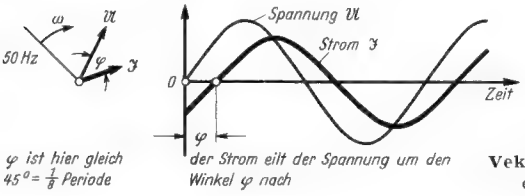


Bild 13

Zwei Beispiele für Vektorbilder

Der Vektor-Teil von **Bild 13** zeigt eine Spannung und den zu ihr gehörenden Strom, der ihr um 1/8 einer Periode nacheilt. Als Frequenz sind 50 Hz angegeben. Rechts neben dem Vektorbild ist derselbe Zusammenhang mit Sinuslinien veranschaulicht. Wir sehen, wie einfach das Vektorbild im Vergleich zu den Sinuslinien ausfällt.

In **Bild 14** sind ein Strom und zwei Spannungen enthalten. Die eine Spannung eilt dem Strom um ein Viertel einer Periode voraus. Die andere Spannung ist mit ihm in Phase. Hierzu gehört, daß dieser Spannungsvektor dem Stromvektor parallel liegt. Die beiden Spannungsvektoren sind aneinander gereiht. Das deutet

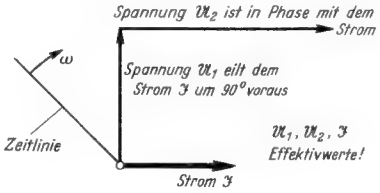


Bild 14

darauf hin, daß es sich um eine Reihenschaltung handelt. Diese besteht aus einem Zweig, für den die Spannung gegen den Strom voreilt und aus einem zweiten Zweig, für den die Spannung mit dem Strom in Phase ist. Die Gesamtspannung würde durch den Vektor dargestellt, der sich als Verbindungslinie zwischen dem Anfangspunkt des ersten und dem Endpunkt (der Pfeilspitze) des zweiten Vektors ergäbe.

In Bild 14 besagt ein Vermerk, daß die Vektorlängen hier nicht — wie zuvor — Scheitelwerte, sondern Effektivwerte bedeuten. Vielfach legt man den Vektorbildern die Effektivwerte zugrunde. Wohl werden damit die Projektionen der einzelnen Vektoren nicht gleich den Augenblickswerten, sondern jeweils nur etwa dem 0,707fachen davon. Effektivwerte haben jedoch den Vorteil, daß man sie unmittelbar messen kann.

Fachausdrücke

Bogenmaß: Winkelmaß, bei dem der volle Winkel gleich dem Umfang eines Kreises mit dem Halbmesser 1 und damit gleich 2π gesetzt wird.

Gradmaß: Winkelmaß, bei dem der volle Winkel gleich 360° gesetzt wird.

Kreisfrequenz: Das 2πfache der Frequenz. Die Kreisfrequenz ist gleichbedeutend mit der Winkelgeschwindigkeit der Zeitlinie des Vektorbildes, wobei der Winkel, der zur Winkelgeschwindigkeit gehört, üblicherweise im Bogenmaß gemessen wird.

Sinus: Der Sinus eines Winkels α (also $\sin \alpha$) folgt aus dem Seitenverhältnis eines rechtwinkligen Dreiecks. Er ist gegeben durch das Verhältnis der dem Winkel gegenüberliegenden Kathete zur Hypotenuse des Dreiecks.

Phasenlage: Die Phasenlage einer zeitlich sinusförmig veränderlichen Wechselgröße kann z. B. durch den Zeitpunkt des Nulldurchganges festgelegt werden. Im allgemeinen spielt die Phasenlage einer einzelnen Wechselgröße keine Rolle. Dagegen ist die gegenseitige Phasenlage bei mehreren zusammengehörigen Wechselgrößen meist von ausschlaggebender Bedeutung. Die gegenseitige Phasenlage wird stets als Winkel oder als Bruchteil einer Periode angegeben. Sie ergibt sich z. B. als gegenseitiger zeitlicher Abstand zweier einander entsprechender Nulldurchgänge.

Vektor: Größe, die außer einem Wert auch eine Richtung hat. Im Zusammenhang mit Wechselspannungen und Wechselströmen bringt der Vektor Wert und Phasenlage des Stromes oder der Spannung für zeitlich sinusförmigen Verlauf zum Ausdruck.

Winkelgeschwindigkeit. Änderung des Winkels je Zeiteinheit.

Zeitlinie: Eine zu einem Vektorbild für Wechselgrößen gehörende Gerade. Sie läuft mit konstanter Geschwindigkeit um. Diese beträgt das 2πfache der gemeinsamen Frequenz der im Vektorbild dargestellten Größen. Die Projektionen der Vektoren auf die Zeitlinie sind den Augenblickswerten der Wechselgrößen verhältnisgleich.

Funktechnische Fachliteratur

Der Elektronenstrahl-Oszillograf

Von J. Czech. 356 Seiten mit 394 Bildern. Preis: Ganzleinen 22.50 DM. Verlag für Radio - Foto - Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde.

Wer den Aufbau einer Maschine gründlich kennt, wird sie viel besser bedienen und höhere Leistungen damit erzielen können. Das gleiche gilt auch von elektrischen Meßgeräten. Deshalb behandelt der Verfasser dieses Buches zunächst ausführlich die Bauelemente des Elektronenstrahl-Oszillografen, nämlich Strahlröhre, Netzgerät, Zeitablenkgerät und Meßverstärker. Darauf folgt im zweiten Teil die allgemeine Meßtechnik, wie Amplitudenmessungen, Helligkeitssteuerung, Phasen- und Frequenzmessungen. Ein dritter Teil beschreibt besondere praktische Beispiele, wie Messungen an Leuchtstofflampen, Untersuchungen an Fernsehempfängern und an Fotokameras. Ganz besonders wertvoll für den Praktiker sind endlich die Baubeschreibungen für einen einfachen Oszillografen und für ein Gerät für hohe Ansprüche.

Der große Wert des Buches liegt in einer sehr klaren und straffen Ausdrucksweise, die es möglich machte, das Gebiet der Elektronenstrahl-Meßtechnik so gründlich zu behandeln, daß das Buch nicht nur ein Einführungswerk darstellt, sondern auch für Fachleute, die für ihre Aufgabe nach Spezialschaltungen suchen, wertvoll ist. Ein zweiter Vorteil sind die vorzüglichen Abbildungen und die instruktiven Oszillogramme.

Empfangstechnik frequenzmodulierter Sendungen

Von Alfred Nowak und Ferd. Schilling. 290 Seiten mit zahlreichen Bildern. 2. neubearbeitete Auflage des technischen Teils von „Vom Dipol zum Lautsprecher". Preis: 16.50 DM. Fachbuchverlag Siegfr. Schütz, Hannover.

Die erste Auflage dieses Buches erschien unter dem Titel „Vom Dipol zum Lautsprecher" und fand als eines der ersten UKW-Bücher sehr schnell einen großen Leserkreis. Inzwischen hat sich die UKW-Technik zu einem nicht mehr wegzudenkenden Bestandteil unseres Rundfunkwesens herausgebildet. Die Verfasser konnten daher statt des früheren mehr als Einführung für den Laien gedachten Werkes eine Neubearbeitung schaffen, die wesentlich technischer ist und dem Praktiker das gesamte, den UKW-Empfänger betreffende Wissen in anschaulicher Form vermittelt.

Nach einer Einführung in das Wesen der Frequenzmodulation bildet daher den Hauptteil des Buches die Besprechung der UKW-Abstimmkreise, Mischstufen, Zf-Verstärker, Begrenzer und FM-Gleichrichter. Die Behelfslösungen, wie Pendelrückkoppler und Flankengleichrichter, werden nur in dem heute vertretbaren Rahmen behandelt. Dagegen ist ein ganzes Kapitel dem Abgleichen von FM-Empfängern gewidmet. Der „Nowak - Schilling" ist damit wieder zu einem Werk geworden, das besonders dem Rundfunkmechaniker viel bieten kann.

Zu Weihnachten

— ein paar ruhige Stunden — einmal etwas anderes lesen als Schaltungen und Formeln, etwas, das den Blick weitet, aber zum Metier gehört. Wie wäre es mit:

Fernsehen ohne Geheimnisse

Von Karl Tetzner und Gerhard Eckert

168 Seiten mit viel. Bildern, Preis 5.90 DM. Erschienen im Franzis - Verlag, München.

Das Buch bringt vieles, was auch der Fernsehtechniker wissen sollte, manches, über das er seinen Freunden, seiner Kundschaft Auskunft geben möchte. Es ist für den Fern - Seher geschrieben, dem es die Technik nahebringt, und für den Fernseh-Techniker, dem es das vielseitige Drum und Dran beim Fernsehen verständlich macht. Auf jeden Fall ist es ein interessantes, ein amüsantes, ein lohnendes Buch, für Weihnachten gerade das Richtige.

Alle Hände

tun ihr Bestes

damit wir Sie nach Ihren Wünschen mit PHILIPS Phonogeräten beliefern können. Wenn jedoch eine zügige Belieferung im Augenblick nicht immer möglich sein sollte, so bitten wir Sie im voraus um Verständnis und Geduld

Es lohnt sich, auf Qualität zu warten!

PHILIPS *Phonogeräte*

Oszillografen für Forschung, Entwicklung, Fertigung und Service

In der allgemeinen Elektronik finden Elektronenstrahl-Oszillografen eine immer größere Verbreitung. Viele Meßaufgaben wären ohne ihre Verwendung nicht zu lösen. Obwohl in vielen Fällen Spezialoszillografen verwendet werden, hat die Erfahrung gezeigt, daß es meist besser ist, breitbandige Oszillografen mit weitgehend universellen Anwendungsmöglichkeiten einzusetzen.

Im folgenden wird über drei solcher Elektronenstrahl-Oszillografen berichtet, die von der Firma Grundig geliefert werden, und die die Lösung fast aller in der Praxis vorkommenden oszillografischen Meßaufgaben der Nachrichten-, Impuls- und Fernsehtechnik ermöglichen.

Breitbandoszillograf Typ 705 a

Beim mechanischen Aufbau des Oszillografen Typ 705a **(Bild 1)** wurde, um eine gute Übersicht und einfache Wartung sowie Instandhaltung des Gerätes zu gewährleisten, das Bausteinprinzip angewendet. So sind bei diesem Aufbau Netzteil, Bildteil, Zeitablenkgerät und Meßverstärker für sich geschlossene Baueinheiten.

Der Netzteil mit seinem Spannungswahlschalter, Sicherungshaltern, Transformatoren, Gleichrichtern und Kondensatoren ist starr in einem Profilrahmen eingebaut. Ein Synchronisationsverstärker mit dem dazugehörigen Feinteiler und Wahlschalter sowie die komplette Vergleichsspannungsanordnung, bestehend aus Anzeigeinstrument, Grob- und Feinteiler, sind ebenfalls in diesem Baustein untergebracht.

Der Meßverstärker mit den Eingangsbuchsen, Grob- und Feinteiler, Höhen- und Seitenverschiebung sowie den rückwärtigen Buchsen und dem Wahlschalter läßt sich von der Rückseite her in den Gestellrahmen einschieben. Auch das Kippgerät mit seinen Eingangsbuchsen, Frequenzbereichumschalter und Frequenzfeineinstellung, Betriebsartenwahlschalter und Feineinsteller für den Zeitverstärker sowie den rückwärtigen Anschlüssen für Helligkeitsmodulation, Nachbeschleunigung und dem Wahlschalter für die Zeitplatten ist einschiebbar angeordnet.

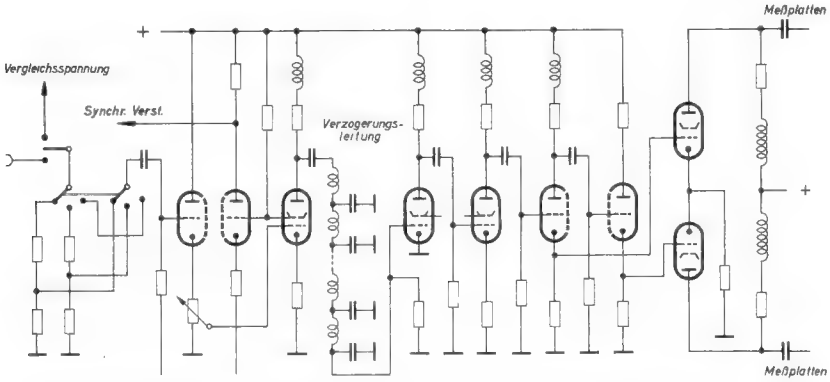


Bild 2. Prinzipschaltung des Meßverstärkers mit Eingangsspannungsteiler und Verzögerungsleitung

Zwischen diesen beiden Bausteinen befindet sich das einschiebbare Bildteil mit der Hochspannungssiebung, Spannungsteiler für die Katodenstrahlröhre, Helligkeits- und Schärfeeinsteller, sowie das Potentiometer für die Leuchtintensität des Achsenkreuzes. Um die Gesamterwärmung des Oszillografen gering zu erhalten, wurden an geeigneter Stelle Zwischenräume und Öffnungen vorgesehen, die eine Kaminwirkung ergeben.

Die Aufhängung der Katodenstrahlröhre über den Einschüben ist fest mit dem Rahmen verbunden. Die darin geführte Mu-Metallabschirmung samt Bildröhre läßt sich zur Einjustierung der Ablenkung verstellen.

Der Netzteil ist für Spannungen von 110/220 V ausgelegt, bei einer Netzfrequenz von 40...60 Hz. Die benötigten Gleichspannungen für den Meßverstärker und das Zeitablenkgerät werden mit Trockengleichrichtern erzeugt. Die Gleichrichtung der Hochspannung für die Katodenstrahlröhre wird durch eine Hochvakuumgleichrichterröhre EY 51 bewirkt.

Damit die Amplituden der aufgezeichneten Oszillogramme genau ausgemessen werden können, wurde der Oszillograf Typ 705a mit einem Vergleichsspannungsmeßgerät ausgestattet. Ein eingebauter Transformator liefert eine Spannung von 300 V_{ss}. Diese Spannung wird mit Hilfe des Vergleichsspannungsfeinreglers kontinuierlich heruntergeteilt. Am Mittelabgriff des Potentiometers liegt das Anzeigemeßwerk und ein Grobspannungsteiler der in neun Stufen die Vergleichspannung je im Verhältnis 1 : 3 bis auf 10 mV_{ss} herunterzuteilen gestattet. Mit Hilfe eines Zug-Druckumschalters kann wahlweise die Vergleichs- oder Meßspannung an den Meßeingang gelegt werden. Durch Vergleich der jeweiligen Bildhöhe läßt sich die Amplitude der Meßspannung am Instrument ablesen.

Da die in der Praxis auftretenden Meßspannungen in den seltensten Fällen ausreichen, den Bildschirm einer Katodenstrahlröhre auszusteuern, wurde der Oszillograf mit einem Meßverstärker ausgestattet, der eine Eingangsempfindlichkeit von mindestens 10 mV_{eff}/cm hat. Die Bandbreite dieses Verstärkers beträgt 10 MHz bei 3 dB Abfall.

Bild 1. Breitbandoszillograf 705a

Am Eingangs des Meßverstärkers **(Bild 2)** befindet sich ein frequenzkompensierter Grobspannungsteiler mit Teilerstufen von 1 : 1, 1 : 10 und 1 : 100. Hinter einer nachgeschalteten Katodenstufe kann die Meßspannung kontinuierlich im Verhältnis 1 : 10 herabgeregelt werden, so daß eine Gesamtdämpfung der Eingangsspannung im Verhältnis 1 : 1000 möglich ist. Hinter der nächsten Verstärkerstufe folgt eine Verzögerungsleitung, die den Meßvorgang um 300 nsec verzögert. Daran schließen sich zwei weitere Frequenz- und phasenkompensierte Verstärkerstufen an und eine Phasenumkehrstufe, die die Gegentaktendstufe ansteuert. Der Ausgang der Gegentaktendstufe kann wahlweise über einen Schalter an die Meßplatten oder auf Buchsen, an denen die verstärkte Meßspannung entnehmbar ist, gelegt werden. Eine weitere Schalterstellung ermöglicht den direkten Zugang von außen an die Meßplatten.

Um die Kapazitäten der Zuführungsleitungen zum Meßverstärker zu eliminieren und das Oszillografieren an sehr hochohmigen und leicht verstimmbaren Meßobjekten zu ermöglichen, wird ein Spannungsteilertastkopf mitgeliefert mit einem Teilerverhältnis von 1 : 20 bei 10 MΩ Eingangswiderstand und einer Kapazität von 8 pF.

Um eine gute Konstanz der angegebenen Daten über lange Zeit zu erzielen, wurden Meßwiderstände mit sehr engen Toleranzen und Verstärkerröhren kommerzieller Bauart verwendet. Die wichtigsten Betriebsspannungen des Verstärkers werden durch ein röhrenstabilisiertes Netzteil konstant gehalten.

Von einem modernen Zeitablenkgerät muß gefordert werden, daß kontinuierliche sowie auch einmalige Vorgänge einwandfrei abgebildet werden können. Für kontinuierliche Vorgänge genügt eine kontinuierliche, synchronisierbare Ablenkspannung. Sollen hingegen einmalige Vorgänge, u. a. Impulse mit sehr großen Tastzeiten oder deren steile Anstiegs- oder Abfallflanken sichtbar gemacht werden, so muß der Kippvorgang durch die Meßspannung oder von ihr abgeleitete Impulse einmalig oder wiederholt kurzzeitig ausgelöst werden.

Die grundsätzlichen Teile des im Oszillografen verwendeten Zeitablenkgerätes sind Synchronisationsverstärker, Multivibrator, Entladestufe und ein Zeitplattenverstärker.

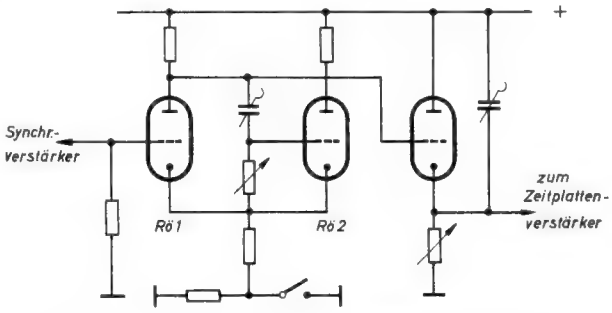


Bild 3. Katodengekoppelter Multivibrator zur Zeitablenkung

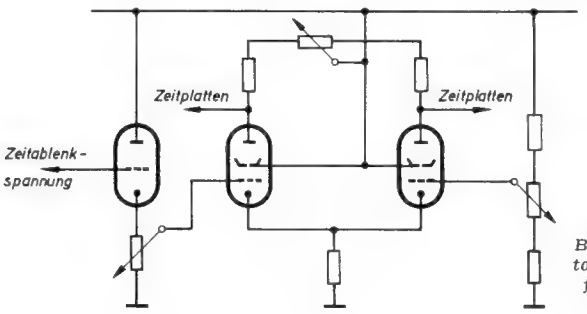


Bild 4. Gegentakt-Endstufe für die Zeitablenkung

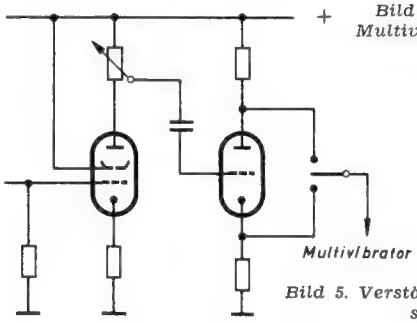


Bild 5. Verstärker für die Synchronisierspannung

Der katodengekoppelte Multivibrator **(Bild 3)** kann mit einem Wahlschalter auf einmalige oder kontinuierliche Ablenkung geschaltet werden. Bei einmaliger Ablenkung wird der Katodenwiderstand erhöht, so daß die Röhre 1, deren Gitter auf Massepotential bezogen ist, gesperrt wird. Die Röhre 2, mit dem Steuergitter auf Katodenpotential, ist stromführend. Gibt man auf das Steuergitter der Röhre 1 einen positiven Spannungsimpuls, so kippt der Multivibrator in der gewählten Zeitkonstante einmal und kehrt dann in seine Ruhestellung zurück. Die auftretende Rechteckspannung am Anodenwiderstand der Röhre 1 steuert in direkter Kopplung die Entladestufe. Im Ruhezustand der Schaltung ist die Entladeröhre stromführend und die ihr parallel geschaltete Kapazität entladen. Während eines Kippvorganges wird die Entladeröhre durch die Spannung des Multivibrators gesperrt und die Kapazität über einen Widerstand aufgeladen. Beim Zurückkehren in die Ruhelage wird die Entladestufe wieder stromführend und die Kapazität entlädt sich über den Innenwiderstand. Die dadurch an der Kapazität auftretende Sägezahnspannung ist von guter Linearität und besitzt eine Amplitude von ca. 15 V_{SS}.

Diese Sägezahnspannung wird durch einen Feineinsteller heruntergeteilt und dem Gitter einer katodengekoppelten Gegentaktstufe **(Bild 4)** zugeführt. Diese Spannung ist über eine Katodenstufe auch von außen entnehmbar. Die Anoden des Verstärkers sind in Gleichstromkopplung mit den Zeitplatten der Katodenstrahlröhre verbunden. Eine dem Gitter der Gegentaktstufe zugeführte, veränderbare Gleichspannung ergibt die jeweils gewünschte Verschiebung des Strahles in waagerechter Richtung. Auch hier kann wahlweise die verstärkte Spannung an der Rückseite des Gerätes entnommen oder eine fremde Spannung an die Zeitplatten gelegt werden.

Um eine gute Eigensynchronisation zu gewährleisten, wird die unverzögerte Meßspannung über eine Trennverstärkerstufe, die sich im Meßverstärkereinschub befindet, dem Synchronisationsverstärker **(Bild 5)** zugeführt. Diese Spannung wird durch eine Stufe verstärkt und über den Synchronisationsfeineinsteller dem Gitter einer Phasenumkehrstufe zugeführt. Mit Hilfe eines Druck-Zugumschalters kann die benötigte positive Synchronisationsspannung an das Steuergitter der Röhre 1 des Multivibrators gelegt werden.

Als Katodenstrahlröhre wird die DG 10/54 verwendet. Diese Bildröhre zeichnet sich bei planem Schirm durch hohe Empfindlichkeit, gute Bildhelligkeit und Schärfe aus. Um ein genaues Ablesen bei Messungen zu gewährleisten, befindet sich vor dem Bildschirm der Katodenstrahlröhre eine Plexiglasscheibe, in die ein Achsenkreuz eingraviert ist. Dieses Achsenkreuz ist durch Flutlicht beleuchtet, wobei die Leuchtintensität geregelt werden kann. Um in sehr hellen Räumen das Arbeiten mit dem Oszillografen zu erleichtern, wurde dieser zur Kontrasterhöhung mit einem Lichtschutztubus und einem Polarisationsfilter ausgestattet. Der Lichtschutztubus kann gegebenenfalls leicht entfernt werden. An seine Stelle können Fotovorsätze für die Robot IIa (mit oder ohne Fernauslösung), für die Rolleiflex oder die Rolleicord und für die Contaflex angebracht werden. Ebenso ist es möglich, einen Projektionsvorsatz oder einen Vorsatz für das Grundig-Fernauge anzubringen und dadurch das Bild einem größeren Kreis gleichzeitig sichtbar zu machen. Zum Fotografieren bzw. Projizieren kann mit Hilfe eines Nachbeschleunigungsgerätes Typ 6002 die Helligkeit und Schärfe des Bildes erhöht werden. Dabei steigt die Bildhelligkeit um das Fünffache, während die Ablenkempfindlichkeit nur um ca. 20 % abnimmt. Der Anschluß des Nachbeschleunigungsgerätes erfolgt mittels eines Spezialkabels an der Rückseite des Oszillografen.

Fernsehoszillograf Typ 6006

Der Katodenstrahl-Oszillograf Typ 6006 **(Bild 6)** liegt mit seinen äußeren Abmaßen und technischen Daten zwischen den Typen 219 und 705a. Der mechanische Aufbau besteht aus Meßverstärkerchassis, Zeitablenkgerät und Bildröhrenhalterung. Diese sind durch Schrauben starr miteinander verbunden. Zwischen den beiden Chassis und unter der Bildröhrenhalterung befindet sich das Netzteil. Das Anwendungsgebiet des Katodenstrahloszillografen, die Anschlußmöglichkeiten sowie die Wirkungsweise seiner Schaltung ist ähnlich dem des Typs 705a, wobei die Bandbreite und die Empfindlichkeit des Meßverstärkers, der Frequenzbereich des Kippgenerators sowie die Zeitdehnung kleiner sind.

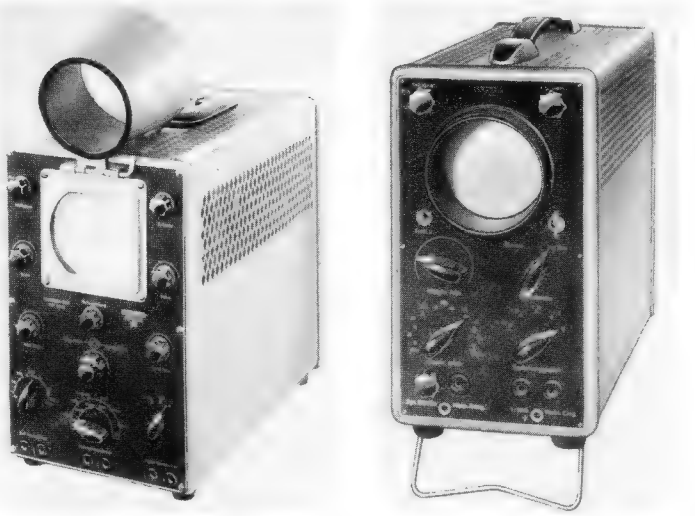


Bild 6. Links: Fernsehoszillograf Typ 6006, rechts: Werkstatt- und Serviceoszillograf Typ 219

Werkstatt- und Serviceoszillograf Typ 219

Wegen der guten Übersicht sowie der einfachen Wartung und Instandhaltung wurde auch bei dem Katodenstrahl-Oszillografen Typ 219 das Bausteinprinzip gewählt. Er besteht aus vier einzelnen Baueinheiten, und zwar aus Meßverstärker, Bildteil, Zeitablenkgerät und dem Netzteil.

Die zu oszillografierende Spannung wird am Eingang des Meßverstärkers **(Bild 7)** durch einen frequenzkompensierten Spannungsteiler in Stufen 1 : 1, 1 : 3, 1 : 10, 1 : 30 und 1 : 100 heruntergeteilt. Mit einem zusätzlich eingebauten Spannungsteiler von 1 : 100 kann eine Gesamtteilung von 1 : 10 000 erreicht werden, so daß Spannungen bis zu 350 V_{eff} sichtbar gemacht werden können. Ein darauffolgender zweistufiger Verstärker ist in seiner Bandbreite und Empfindlichkeit umschaltbar. In der Breitbandstellung ist der Meßverstärker frequenz- und phasenkompensiert, hat eine Bandbreite von 20 Hz...3 MHz ± 3 db, bei einer Eingangsempfindlichkeit von zirka 40 mV_{eff}/cm. In der Schmalbandstellung ist die Bandbreite 30 Hz... 100 kHz ± 3 db, jedoch bei einer Eingangsempfindlichkeit von zirka 2 mV_{eff}/cm.

Für die Erzeugung der benötigten Zeitablenkspannung wird ein Transitron-Miller-Integrator **(Bild 8)** verwendet. Für die Grobeinstellung der Zeitablenkfrequenz sorgt ein Stufenschalter und für die Feineinstellung innerhalb jeder Stufe ein Potentiometer. Durch eine Diodenabschneidestufe wird der Rücklaufverdunkelungsimpuls in die gewünschte Form und Amplitude gebracht. Über einen Kopplungskondensator wird der Impuls an den Wehneltzylinder der Katodenstrahlröhre geleitet. Eine Niveaudiode parallel zum Gitterableitwiderstand der Bildröhre verhindert eine Helligkeitsschwankung bei der Betätigung des Feineinstellers für die Zeitablenkfrequenz.

Die benötigte Synchronisationsspannung wird am Schirmgitter der Endröhre des Meßverstärkers abgenommen und dem Synchronisationsverstärker zugeführt. Der Anfang und das Ende des Synchronisationsfeineinstellers liegt an Spannungen mit gegensätzlicher Polarität, so daß bei Betätigung des Potentiometers nach links bzw. rechts die Amplitude wie auch die Polarität eingestellt werden können. Die entsprechend gewählte Synchronisationsspannung wird an das Schirmgitter des Transitron-Miller-Integrators gelegt.

Als Katodenstrahlröhre wurde auf Grund der räumlich kleinen Abmaße die 7-cm-Röhre DG 7/12c verwendet. Es wird bei einer Anodenspannung von ca. 650 V ein ausreichend helles und scharfes Bild erhalten. Die Katodenstrahlröhre **(Bild 9)** wird beidseitig asymmetrisch abgelenkt; der dabei auftretende Tonnenfehler ist sehr gering. **Bild 6 rechts** zeigt die handlichen Abmessungen dieses Werkstattgerätes.

K. Hermann

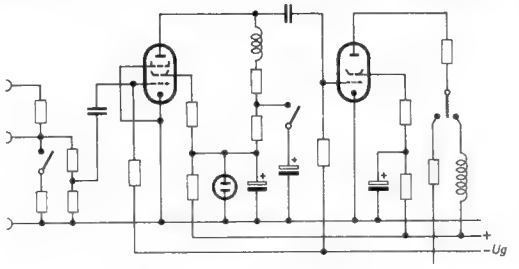


Bild 7. Meßverstärker beim Oszillografen Typ 219

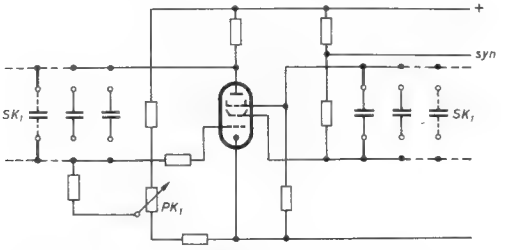


Bild 8. Zeitablenk-Generator

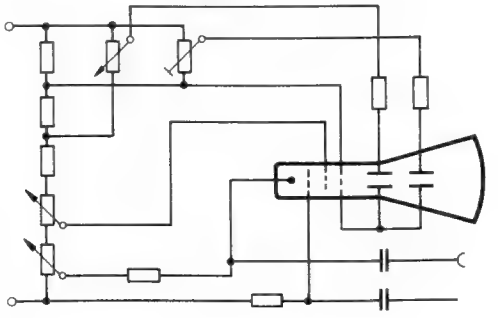


Bild 9. Stromversorgung der Strahlröhre

Röhrenwartung in elektronischen Geräten

In elektronischen Geräten findet man häufig eine Vielzahl von Röhren. Zum Warten und Instandhalten solcher Anlagen sind entsprechende Geräte erforderlich. Dazu gehört in erster Linie ein rasch und zuverlässig arbeitendes Röhrenprüf- oder Meßgerät. Während die „Leistungsprüfer" sich durch besonders einfache Bedienbarkeit auszeichnen und auch in der Hand des Betriebselektrikers zuverlässige Brauchbarkeitsbestimmungen erlauben, lassen sich mit den ausgesprochenen Meßgeräten statische Betriebsbedingungen nachbilden. Derartige Geräte sind mit einer Vielzahl von Umschalt- und Regelmöglichkeiten versehen, und sie besitzen eine größere Zahl von Meßinstrumenten. Beide Gerätearten werden von der Firma Josef Neuberger, München, hergestellt, und zwar der Leistungsprüfer RP 270/2 sowie das statische Röhrenmeßgerät RPM 370/1. Als Spitzengerät, das auch höchste Ansprüche erfüllt, wie man sie z. B. im Labor oder im Forschungsbetrieb stellt, ist der Röhrenmeßplatz RMP 400. Er ermöglicht die gleichzeitige Messung aller Elektrodenströme und -spannungen mit vierzehn verschiedenen Meßinstrumenten. Stetig regelbare Heizspannung, ebenfalls stetig regelbare negative Gitterspannungen zwischen 0 und 120 V und die Stromversorgung für die positiven Elektroden (max. 1200 V) lassen erkennen, daß dieses Gerät auch zum Messen von Senderöhren oder von Röhren für Hf-Generatoren geeignet ist.

Vorschläge für die WERKSTATTPRAXIS

Erfahrungen beim Bau eines Blitzgerätes

Das in der FUNKSCHAU 1953, Heft 21, Seite 419 beschriebene Blitzgerät sollte mit anderen Mitteln nachgebaut werden. Für den Bau standen zur Verfügung: Ein Kunststoffgehäuse mit Chassis von einem Feldfernsprecher 34, ein Kunststoffkästchen (110 mm lang, 75 mm breit, 35 mm hoch) und mehrere 2,4-V-Akkumulatoren, ferner Transformatorenkerne, Widerstände und Kondensatoren.

Das aus Aluminium bestehende Chassis erhielt oben eine Isolierplatte, auf der mehrere Anschlußklemmen und zwei Schalter angebracht wurden. Um je nach Bedarf mit verschiedener Lichtstärke zu arbeiten, können mit den Schaltern entweder der 300-µF-Kondensator, der 500-µF-Kondensator oder beide zusammen benutzt werden. **(Bild 1).**

Das Gehäuse, das unten mehrere Bohrungen besaß, wurde mit Kunstleder bezogen, ebenso die Oberseite des Deckels. Der Deckel erhielt ferner eine dreipolige Buchsenplatte D und eine Drucktaste E von einer Autohupe **(Bild 2).** Die schweren Eisenbeschläge wurden durch selbstgefertigte Aluminiumbeschläge ersetzt.

Nach Beschaffung der noch fehlenden Spezialteile von der Firma Rodschinka[1]) begann der Aufbau des elektrischen Teiles entsprechend der erwähnten FUNKSCHAU-Bauanleitung. Dabei stellte sich heraus, daß es günstiger ist, den in der Originalschaltung angegebenen Widerstand von 150 kΩ parallel zum Ladekondensator wegzulassen, weil sonst der Kondensator schneller entladen wird als ohne Widerstand.

Ferner tritt ein Zeitverlust ein, wenn man den Einschalter am Stromteil zur Aufladung betätigt, dann wieder ausschaltet und nun erst den Reflektor mit der Kamera auf das Objekt einrichtet, um dann den Blitz auszulösen. Ich bemühte mich daher, einen Schalter zu erhalten, der vom Reflektorteil aus den Stromteil einschaltet, leider vergeblich. Es wäre günstig, wenn spezielle industriemäßige Schalter (wie bei den Lampenstäben anderer Blitzgeräte) für diesen Zweck zu haben wären.

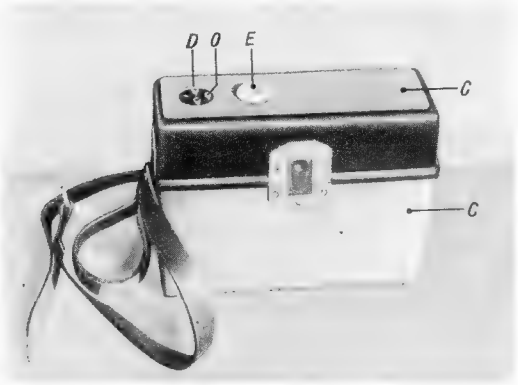


Bild 2. Das Gerät wurde in das Gehäuse eines Feldfernsprechers eingebaut

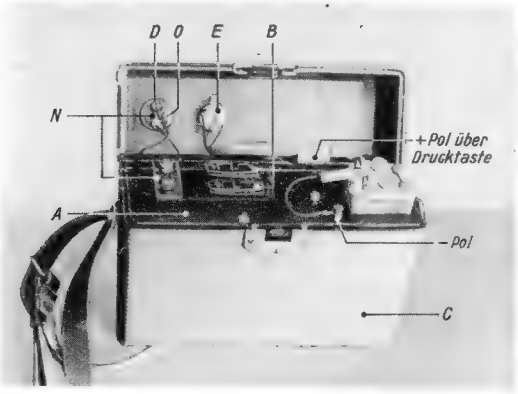


Bild 3. Gehäusedeckel geöffnet, rechts der Bleisammler

Um den Zeitverlust auszugleichen und eine höhere, voll ausgenutzte Lichtintensität zu erreichen, habe ich den Vorwiderstand der Glimmlampe so bemessen, daß sie nicht — wie vorgesehen — bei 420 V, sondern bei 460 V aufleuchtet. Das hängt natürlich auch mit der Beschaffenheit des Elektrolytkondensators zusammen. So habe ich als Zusatzkondensator (300 µF) eine kapazitätskonstante Ausführung der Firma KIK-Gerätebau GmbH, Köln-Deutz, bezogen. Dieser Kondensator ist sehr hochwertig. Während die Glimmlampe nach Abschalten des Stromteiles bei dem 500-µF-Kondensator schnell erlischt, dauert es bei KIK-Kondensator 5 bis 6 Sekunden.

Der Reflektor wurde an dem erwähnten Kunststoffkästchen befestigt. Den Anschlußstiften der Blitzröhre entsprechend wurden drei Löcher gebohrt, die Röhre eingesteckt und die Anschlüsse innen angelötet. Die Rückseite des Kästchens erhielt eine Bohrung, vor der ein rotes Schauglas befestigt wurde. Das Kästchen wurde am Boden mit einer verstärkten Duralplatte mit Gewinde zur Befestigung an der Halteschiene für die Kamera versehen. Der gesamte Reflektorteil hat im Kästchen genügend Platz. Die Glimmlampe wurde so verlegt, daß sie durch das Schauloch beobachtet werden kann.

Zur Verbindung des Reflektors mit dem Stromteil wurde ein gewöhnlicher Netzstecker benutzt. Die kleine Schraube, die die Deckplatte festhielt, wurde durch einen längeren Gewindestift mit Ansatz ersetzt. Der Ansatz hält die Steckerplatte fest, und er dient zugleich als dritter Führungsstift, um Vertauschungen der Anschlußstifte zu verhindern.

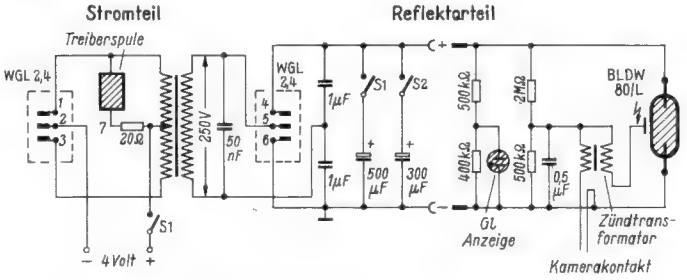


Bild 1. Schaltung des Blitzgerätes mit zwei Ladekondensatoren

Von den Klemmen des Chassisteiles führen die Verbindungen zum Steckeranschluß des Deckels **(Bild 3)** und von hier über das flexible Kabel zum Stromteil. Der Streuschirm wurde außerdem durch eine Plexiglasscheibe abgedeckt.

Obgleich mehrere Nickel-Cadmium-Sammler mit 2,4 V und ein entsprechender Übertrager zur Verfügung standen, scheiterte der Versuch, das Gerät damit zu betreiben. Bei Inbetriebnahme ging die Klemmspannung von 2,4 V auf 1,6 V zurück. Der innere Widerstand lag also höher als der des Bleisammlers, mit dem ich jetzt das Gerät betreibe.

Mit dem Blitzgerät bin ich sehr zufrieden. Ich arbeite an der äußersten Grenze des Möglichen. Die Leitzahl beträgt bei 17/10-DIN-Film ca. 45 bei 800 µF. Der im FUNKSCHAU-Aufsatz vorgesehene sogenannte Reflektortopf muß wegen seiner Höhe in einer Aktentasche mitgeführt werden. Günstiger erscheint mit ein flaches Kunststoffkästchen, wie es hier beschrieben wurde. B. Wichmann

[1]) Rodschinka & Co, Wiesbaden, Wellritzstraße; vgl. FUNKSCHAU 1953, Heft 21, Seite 419.

Röhrenprüfung in Fernsehgeräten

Bekanntlich wird in den üblichen Röhrenprüfgeräten nur eine Allgemeinprüfung der Röhren vorgenommen. Oft kommt es vor, daß Röhren im Empfänger Fehler zeigen, obwohl sie vom Prüfgerät als einwandfrei bezeichnet wurden. Dies kommt oft in Fernsehgeräten vor, weil hier die Röhren Aufgaben zugeteilt bekommen, die keinesfalls durch eine Prüfung im Röhrenprüfgerät erfaßt werden können. Seit einiger Zeit wende ich deshalb folgendes Verfahren sehr erfolgreich an:

Der Heizfaden der zweifelhaften Röhre wird überbrückt. Dadurch werden die restlichen Röhren (Fernsehgeräte arbeiten bekanntlich mit Serienheizung) nicht gefährdet, da sie nur unwesentlich überheizt werden. Die zu prüfende Röhre aber stellt allmählich ihre Funktion ein. Die Länge der Zeit, die vergeht bis die Röhre nicht mehr arbeitet, erlaubt einen Rückschluß über die Emission bzw. Brauchbarkeit der Röhre an der betreffenden Stelle im Gerät.

Von Bedeutung ist nun aber auch, wie das Gerät durch die Stilllegung dieser oder jener Röhre reagiert. Dabei ist es angenehm, daß die Reaktion mit fortschreitender Erkaltung der Katode allmählich erfolgt. Es ist verständlich, daß man sich auf diese Art eine Menge Kenntnisse über die Bedeutung der einzelnen Röhren im Gerät erarbeiten kann. Zum anderen kann man sich so ein Prüfschema zurechtlegen, das die schnelle Eingrenzung eines Fehlers gestattet.

Versagen des UKW-Bereiches

Eine ähnliche Erscheinung wie in dem in der FUNKSCHAU 1955, Heft 18, Seite 411, veröffentlichten Beitrag tritt auch dann auf, wenn der Koppelkondensator zur Endstufe schlechte Isolationswerte aufweist und Gitterstrom fließt. Dadurch steigt der Anodenstrom sehr stark an und aus den angegebenen —7 V negativer Spannung werden beispielsweise —10 V, wie es bei einem kürzlich von mir reparierten Gerät der Fall war. Die zur Rauschunterdrückung geregelte Röhre erhält dann ebenfalls eine weit höhere negative Vorspannung, so daß bei eingeschalteter Rauschunterdrückung kaum noch UKW-Empfang möglich ist. Das gleiche wird eintreten, wenn die Endröhre schlechtes Vakuum hat. Es ist daher ratsam, bei UKW-Fehlern dieser Gerätetypen auch die Endstufe einer genauen Prüfung zu unterziehen. Wilhelm Wolf

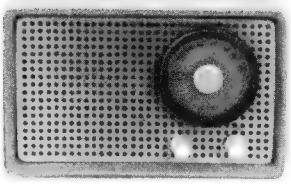
Kein Empfang beim Reisesuper

Bei einem Reiseempfänger für Netz- und Batteriebetrieb setzte bei Netzanschluß, einige Minuten nachdem das Gerät eingeschaltet war, plötzlich der Empfang aus. Wurde dann der Netzschalter aus- und nach ca. einer Minute wieder eingeschaltet, dann arbeitete das Gerät nochmals einige Zeit, bis der Fehler wieder auftrat. Diese Erscheinung wiederholte sich regelmäßig.

Nach genauer Messung wurde festgestellt: Die Röhren-Heizfäden (D-Röhren) waren in Reihe geschaltet. Die Gesamtheizspannung als

(Fortsetzung auf Seite 538)

PK-G DM 490.—



SK 1 DM 129.—

BRAUN

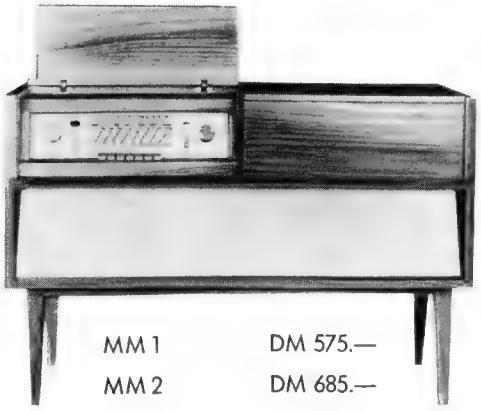
Radio- und Fernsehgeräte im Stil unserer Zeit

Die neue Form verkauft sich gut. Am Möbel-Umsatz von 1954 waren neuzeitliche Möbel fast mit 50 Prozent beteiligt. Schon sind Hunderttausende modern eingerichtet. Sie warten auf die passenden Radio-Geräte. Braun hat sie geschaffen und bietet den Händlern damit eine einmalige Verkaufschance. Ein seit Jahren aufgestauter Bedarf kann befriedigt werden. Die technisch ausgereiften Hochleistungs-Super sind von Künstlern gestaltet und sie passen zu unseren freundlichen Wohnräumen.

G 11 DM 310.—
G 12 DM 145.—

Fordern Sie bitte ausführliches Prospektmaterial bei uns an

TS 1 DM 300.—



MM 1 DM 575.—
MM 2 DM 685.—

PK 1 DM 400.—

Summe der Einzelspannungen mußte ca. 9 V betragen; die Anodenspannung 90 V. Die Heizspannung sowie die Anodenspannung wurden von einem gemeinsamen Trockengleichrichter erzeugt.

Beim Einschalten des Gerätes waren die richtigen Spannungen vorhanden. Nach einer Minute Betriebszeit sank jedoch die Heizspannung langsam bis auf ca. 7 V ab und bewirkte das Aussetzen des Gerätes. Die Anodenspannung wurde nicht wesentlich niedriger. Bei weiterer Untersuchung ergab sich, daß der innere Widerstand des Trockengleichrichters sich erhöhte, so daß die Heizspannung um 2 V absank. Auf die Höhe der Anodenspannung wirkte sich die Zunahme des Widerstandes nicht so sehr aus. Nach Ersatz des Trockengleichrichters arbeitete das Gerät wieder einwandfrei. Der gleiche Fehler wurde an mehreren Geräten des gleichen Typs festgestellt.

Daraus ist ferner zu ersehen, daß Batterieröhren der D-Serie sehr empfindlich gegen Unterheizung sind[1]). Egon Mähler

Die R 12-Reihe von Valvo

In manchen Geräten, besonders aber in Philips-Empfängern, finden sich auf Widerständen und Kondensatoren Kurzbezeichnungen, deren Bedeutung nicht allgemein bekannt ist. Ist kein Schaltbild mit Werten vorhanden, so ist der Reparaturtechniker oft im Zweifel, welchen Ersatzwiderstand er in solchen Fällen verwenden soll.

Valvo benutzt nun für seine Widerstände und Kondensatoren die sogenannte R 12-Reihe. Hierbei liegen zwischen 1 und 10 zwölf weitere Werte, von denen jeder etwa 20 % größer als der vorhergehende ist. Dies bringt den Vorteil, daß der Schaltungstechniker eine lückenlose Wertereihe zur Verfügung hat, bei der jeder Nennwert ± 10 % Toleranz haben kann, ohne sich mit dem nächsten Wert zu überschneiden und ohne daß Lücken im Gesamtbereich auftreten. An die dabei auftretenden „krummen Werte" gewöhnt man sich sehr schnell.

Die Reihenwerte können mit jeder ganzen Potenz von 10 vervielfacht werden. Damit ergibt sich für Widerstände die **Tabelle I.** Die Werte werden mit den gleichfalls in der Tabelle enthaltenen Abkürzungen bezeichnet, deren Bedeutung damit klargestellt ist.

Bei Kapazitäten wird in der Toleranzklasse ± 10 % ebenfalls die R 12-Reihe angewendet. Für engere Toleranzen gilt die R 24-Reihe, bei der 24 Werte zwischen 1 und 10 liegen. Für die hauptsächlich in Schwingkreisen benötigten Kapazitätswerte ergibt sich damit **Tabelle II.** Jeder Wert ist hier um rund 10 % größer als der vorhergehende. Die fettgedruckten Werte in dieser Tabelle gelten jedoch als Vorzugswerte. Auch in Tabelle II sind die bei Valvo üblichen Kurzzeichen mit aufgeführt.

Tabelle I. Kurzzeichen für Valvo-Widerstände

Reihenwert	x 100 Ω	Bezeichnung	x 1 kΩ	Bezeichnung	x 10 kΩ	Bezeichnung	x 100 kΩ	Bezeichnung	x 1 MΩ	Bezeichnung
1	100	100 E	1	1 K	10	10 K	100	100 K	1	1 M
1,2	120	120 E	1,2	1 K 2	12	12 K	120	120 K	1,2	1 M 2
1,5	150	150 E	1,5	1 K 5	15	15 K	150	150 K	1,5	1 M 5
1,8	180	180 E	1,8	1 K 8	18	18 K	180	180 K	1,8	1 M 8
2,2	220	220 E	2,2	2 K 2	22	22 K	220	220 K	2,2	2 M 2
2,7	270	270 E	2,7	2 K 7	27	27 K	270	270 K	2,7	2 M 7
3,3	330	330 E	3,3	3 K 3	33	33 K	330	330 K	3,3	3 M 3
3,9	390	390 E	3,9	3 K 9	39	39 K	390	390 K	3,9	3 M 9
4,7	470	470 E	4,7	4 K 7	47	47 K	470	470 K	4,7	4 M 7
5,6	560	560 E	5,6	5 K 6	56	56 K	560	560 K	5,6	5 M 6
6,8	680	680 E	6,8	6 K 8	68	68 K	680	680 K	6,8	6 M 8
8,2	820	820 E	8,2	8 K 2	82	82 K	820	820 K	8,2	8 M 2

Tabelle II. Kurzzeichen für Valvo-Kleinkondensatoren

Reihenwert	x 1 pF	Bezeichnung	x 10 pF	Bezeichnung	x 100 pF	Bezeichnung	x 1 nF	Bezeichnung
1			**10**	10 E	**100**	100 E	**1**	1 K
1,1			11	11 E	110	110 E	1,1	1 K 1
1,2			**12**	12 E	**120**	120 E	**1,2**	1 K 2
1,3			13	13 E	130	130 E	1,3	1 K 3
1,5			**15**	15 E	**150**	150 E	**1,5**	1 K 5
1,6			16	16 E	160	160 E	1,6	1 K 6
1,8			**18**	18 E	**180**	180 E	**1,8**	1 K 8
2			20	20 E	200	200 E	2,0	2 K 0
2,2			**22**	22 E	**220**	220 E	**2,2**	2 K 2
2,4			24	24 E	240	240 E	2,4	2 K 4
2,7			**27**	27 E	**270**	270 E	**2,7**	2 K 7
3			30	30 E	300	300 E		
3,3			**33**	33 E	**330**	330 E		
3,6			36	36 E	360	360 E		
3,9			**39**	39 E	**390**	390 E		
4,3			43	43 E	430	430 E		
4,7			**47**	47 E	**470**	470 E		
5,1			51	51 E	510	510 E		
5,6	**5,6**	5 E 6	56	56 E	**560**	560 E		
6,2	6,2	6 E 2	62	62 E	620	620 E		
6,8	**6,8**	6 E 8	**68**	68 E	**680**	680 E		
7,5	7,5	7 E 5	75	75 E	750	750 E		
8,2	**8,2**	8 E 2	**82**	82 E	**820**	820 E		
9,1	9,1	9 E 1	91	91 E	910	910 E		

[1]) Das vollständige Aussetzen beruht darauf, daß die Oszillatorschwingungen abreißen.

Kleinwerkzeugmaschinen

Kleinwerkzeugmaschinen erfreuen sich bei Modellbauern und Bastlern großer Beliebtheit, weil sie die Voraussetzung für fachgerechte Materialbearbeitung bilden. Aber auch die Reparaturwerkstätten des Radio- und Fernsehfaches wissen die Vorzüge einer Kleinmaschine zu schätzen. Hier würden sich „ausgewachsene" Spezialmaschinen selten rentieren und sie beanspruchen auch in der Werkstatt zu viel Platz. Die Kleinwerkzeugmaschinen lassen sich dagegen platzsparend unterbringen; z. B. liefert die Robert Bosch GmbH für ihr Combi-Elektrowerkzeug einen Spezialschrank, in dem sämtliches Zubehör und die Ergänzungsteile ihren bestimmten Platz haben. **Bild 1** zeigt den Drehbankzusatz, mit dem sich Hartholz bis zur maximalen Drehlänge von 270 mm und bis zum Höchstdurchmesser von 150 mm bearbeiten läßt. Dreht man die ganze Einrichtung um 90 Grad, so erhält man eine praktische Tischbohrmaschine **(Bild 2)**. An die Stelle der Drehbankspitze tritt dann ein Bohrtisch, der sich mit Hilfe einer Exzenterscheibe heben und senken läßt.

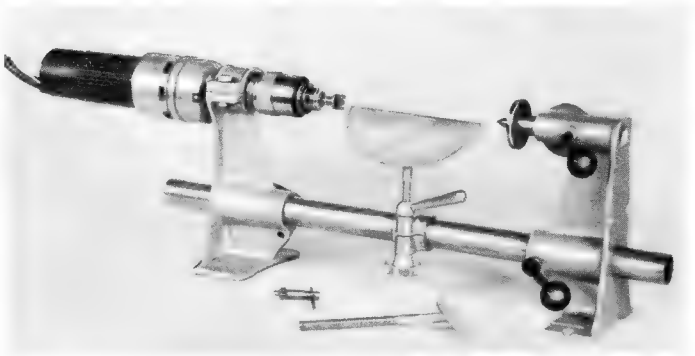
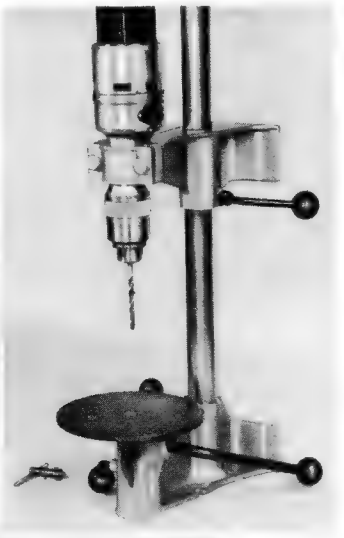


Bild 1. Bosch-Combi-Elektrowerkzeug mit Drehbank

Zahlreiche Zusatzeinrichtungen gibt es auch für die Kleinwerkzeugmaschine Emco-Unimat (Vertrieb: Konrad Sauerbeck, Nürnberg, Hohfederstraße 8), über die wir in FUNKSCHAU 1954, Nr. 18, Seite 388, berichteten. Eine Decoupiersäge für Holz, Metall und Kunststoff läßt sich am Schlitten befestigen, wobei der Antrieb durch einen kugelgelagerten Exzenter mit 12 mm Hub erfolgt **(Bild 3)**. Die Schnittgeschwindigkeit kann den verschiedenen zu verarbeitenden Werkstoffen angepaßt werden (Preis 56 DM). Weiter sind eine Kreissägeeinrichtung mit in der Höhe verstellbarem Tisch zu haben (Preis 19.50 DM) sowie ein Frästisch zum Aufspannen auf den Kreuzsupport (Preis 25.— DM).

Ein Maschinenschraubstock erleichtert Bohr-, Fräs-, Schleif- und Sägearbeiten. Die Spannweite seiner Stahlbacken beträgt 30 mm, ihre Breite 35 mm (Preis 22 DM). Besondere Beachtung verdient eine 1 m lange biegsame Welle mit Handspindel, auf die je nach Bedarf Bohrfutter, Drehbankfutter, Schleifscheibe usw. aufgespannt werden können. Eine solche Hilfseinrichtung erleichtert beträchtlich das Bearbeiten größerer Werkstücke oder solcher, die schwer zugängig sind (Preis 55 DM).

Bild 2. Bei hochgestellter Drehbank arbeitet die Bosch-Einrichtung als Tisch-Bohrmaschine



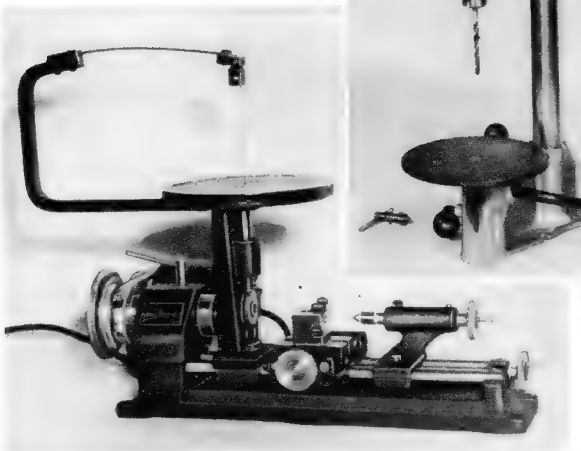


Bild 3. Emco-Unimat mit Decoupiersäge-Zusatz

Das Ergänzungsprogramm der Emco-Unimat-Maschine wird durch eine Handstahlauflage zum Drechseln (Preis 4.50 DM) und durch eine mitlaufende Körnerspitze (Preis 9.10 DM) abgerundet. —ne

NORDMENDE

auch 1956

Ihr Verkaufsgarant

Immer nach dem neuesten Stand der Technik zu produzieren, immer das Beste vom Besten zu liefern, war zu allen Zeiten unser Grundsatz. 1955 haben zwei hervorragende technische Neuerungen – das NORDMENDE Klangregister und die NORDMENDE 4C-Synchronschaltung – unserer Marke wieder zahlreiche Freunde zugeführt. Auch 1956 werden NORDMENDE-Erzeugnisse im Zeichen des technischen Fortschritts stehen und Ihr Vertrauen erneut rechtfertigen.
Wir danken Ihnen für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit, wünschen Ihnen ein frohes Weihnachtsfest und ein glückliches 1956

NORDMENDE

RUNDFUNK · FERNSEHER · TONMÖBEL

Die **Taxliste**

erschien kürzlich in der

3. Ausgabe 1955/56

Rechtzeitig zur neuen Saison gelangen die Radiohändler in den Besitz der neuen **Bewertungsliste für gebrauchte Rundfunkgeräte,** die diesmal die Taxwerte f. die Geräte der Baujahre 1948/49 bis 1953/54 enthält.

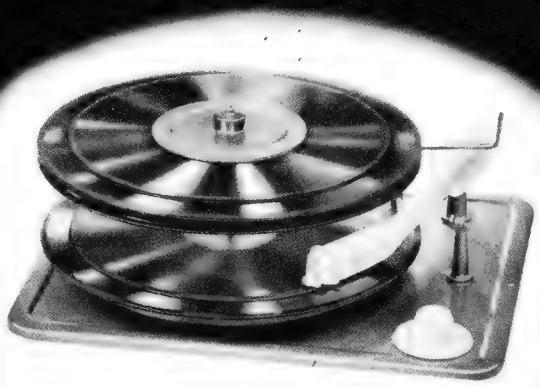
Die Gliederung und die Methode der Taxwert-Errechnung haben sich bewährt und wurden daher beibehalten. In Zusammenarbeit mit der Empfängerindustrie konnten die Tabellen der Empfänger nochmals ergänzt und einige Lücken geschlossen werden. Die Taxliste wurde bearbeitet von Heinrich Döpke, Karl Tetzner und Herward Wisbar und erscheint in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Radio- und Fernseh-Fachverband e.V.

Bitte bestellen Sie sofort:

Taxliste 3. Ausgabe 1955/56
34 Seiten stark
Preis 3.30 DM portofrei

Franzis-Verlag München 2 · Luisenstraße 17
Postscheckkonto München 5758

WUMO
DIE DEUTSCHE PHONOMARKE



Dokamix

- Der Wechsler mit der einfachsten Bedienung
- Der Wechsler mit der größten Betriebssicherheit.
- Der Wechsler mit der größten Abspielkapazität. Er spielt 14 Platten mit 17 cm ⌀ oder 12 Platten mit 25 cm ⌀ oder 10 Platten mit 30 cm ⌀ oder 10 Platten gemischt.
- Der Wechsler, der konstruktiv ausgereift und trotzdem modern ist.

WUMO-APPARATEBAU STUTTGART-ZUFFENHAUSEN

Neuerungen

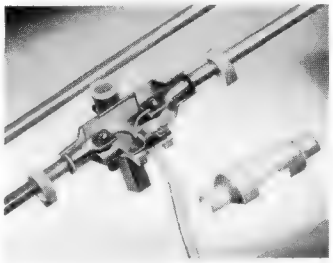
Wasserdichte vollentstörte Zündkerzen für Spezialzwecke werden neuerdings serienmäßig hergestellt. Sie sind für den Anschluß eines 5- bzw. 7-mm-Hochspannungskabels eingerichtet. Die Wärme gut ableitende Mittelelektrode besteht aus Nickel-Kupfer, und die Kerzen können mit oder ohne eingebauten Entstörwiderstand geliefert werden (Robert Bosch GmbH, Stuttgart).

Der **Ventilator Lü 551** ist nicht nur für Wohn- und Geschäftsräume, sondern auch für Laborzwecke, z. B. für Temperaturversuche oder Modellbauten, zweckmäßig. Dieser Lorenz-Kleinventilator läuft praktisch geräuschlos und verursacht keine Rundfunkstörungen. Die Flügel bestehen aus elastischem Lupolen, so daß der Betrieb vollkommen gefahrlos ist. Ferner lassen sich Luftgeschwindigkeit und Luftmenge in zwei Stufen regeln.

Stellung	I	II
Luftgeschwindigkeit	ca. 1,2	2,0 m/s
Umgewälzte Luftmenge	ca. 2,2	3,7 m³/min
Drehzahl	1500	2300 U/min
Leistungsaufnahme	6	10 W

Der Flügeldurchmesser beträgt 180 mm, die Gesamtabmessungen sind 180 × 230 × 172 mm. Hersteller: C. Lorenz AG, Stuttgart, Helmut-Hirth-Straße 42.

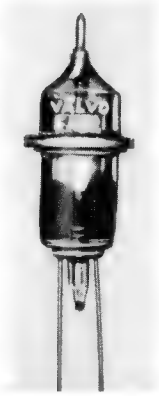
Feuchtigkeitsschutz für Dipol-Isolator. Bei dem im **Bild** dargestellten Isolator für Dipolantennen wird der Abschlußdeckel durch die auf den Dipolstäben



sichtbaren unverlierbaren Stellringe festgehalten. Die schützende Überlappung am Deckel ergibt in Verbindung mit eingelegten Dichtungsringen einen spritzwassersicheren Abschluß. Die Kabeleinführung ist für Rund- und Flachkabel bemessen. Der Dipol ist durch Hinzufügen einzelner Elemente im Baukastenprinzip universell für Ein- und Mehretagenanordnungen verwendbar. Die Elemente sind klappbar. Hersteller: Adolf Strobel, Bensberg.

Diode für Meßzwecke. Für die Höchstfrequenzmeßtechnik hat Valvo eine neue Meßdiode Typ EA 52 für Frequenzen bis 1000 MHz (= 30 cm) geschaffen. Sie verträgt für Frequenzen bis 100 MHz Sperrspannungen bis zu 1000 V und übertrifft damit die üblichen Rundfunkdioden beträchtlich. Bei höheren Frequenzen sinkt die höchst zulässige Sperrspannung nach der Formel

$$1000 \frac{100}{f} \text{ V ab.}$$



So ergibt sich:

f (MHz)	U_{max} (V)
100	1000
200	500
300	333
400	250
600	167
800	125
1000	100

Die sonstigen Daten sind:

Heizung	6,3 V/0,3 A
Katodenstrom I_k	300 µA
Katodenstrom-Spitzenwert I_{kp}	5 mA
Spannung Faden gegen Katode	50 V
Widerstand zwischen Faden und Katode	20 kΩ
Kapazität C_{ak}	0,5 pF
Isolation Anode/Katode	10 000 MΩ

Besonders vorteilhaft für den Einbau in Meßschaltungen ist, daß bei dieser Diode die Anode an der anderen Seite des Kolbens herausgeführt ist.

Werks-Veröffentlichungen

Grundig-3 D-Revue. In Millionenauflage wird diese Werbeschrift an den Fachhandel verteilt. Sie enthält das vollständige Produktionsprogramm der Firma und bringt nach einer Bildreportage aus den Fürther Werken Bilder und technische Daten der Rundfunk- und Fernsehempfänger, der Musikschränke sowie der Reise- und Tonbandgeräte. Das Diktiergerät „Stenorette", die Fernseh-Kleinstkamera und der „Teleboy" sind gleichfalls vertreten (Grundig Radio-Werke GmbH, Fürth/Bay.).

Die Brücke zum Kunden Nr. 10 macht mit den neuen Fernseh-Band-III-Antennen, der Antenne Feru 100 und dem Schiebemast Schima 100 bekannt. Ferner werden Autoantennen und die Hirschmann-Mehrfach-Steckverbindungen besprochen (Rich. Hirschmann, Eßlingen/N.).

Am Mikrophon: Nordmende. Man merkt es dieser Zeitschrift an, daß sie von einem erfahrenen Journalisten redigiert wird, denn sie gleitet nie auf das Niveau der Nur-Reklame ab. Der Inhalt der uns vorliegenden Nr. 2 bringt viel Wissenswertes für den Fachhändler, z. B. eine Erklärung der Wirkungsweise des Breitwinkel-Eckstrahlers, einen Tip zur Fehlersuche am Fernsehgerät, einen Aufsatz über den Zeilentrafo, Werkstattwinke und vieles andere mehr (Nordmende, Bremen-Hemelingen).

Philips-Phono-Prospekt 1955/56 stellt sämtliche zur Zeit fabrizierten Plattenspieler u. -wechsler vor sowie den Phonokoffer III mit eingebautem Verstärker und Lautsprecher. Eine ganze Seite ist der Hi-Fi-Anlage, bestehend aus Spezial-Verstärker und Wechsler sowie Eckenlautsprecher und Hochtönern gewidmet (Deutsche Philips GmbH, Hamburg).

Fernmeldetechnik. Ein interessantes Programm an Hf-Geräten, wie Navigationsanlagen, Funksprechgeräten, kommerziellen Empfängern, Meßgeräten, Umformern usw., enthält dieser Katalog (Albert Riedl, München 19, Tizianstr. 17).

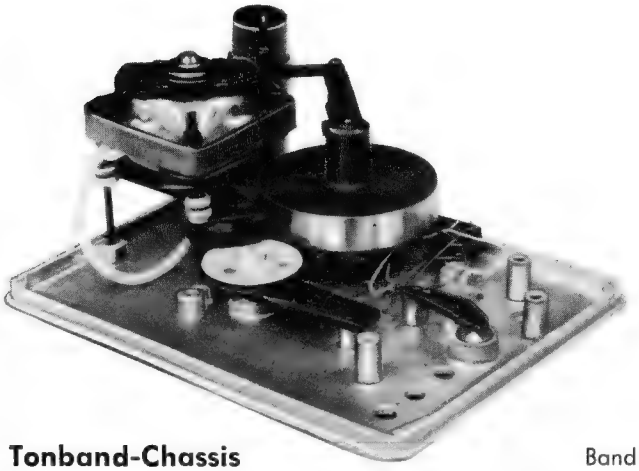
Schuricht-Netto-Preisliste 55/56 enthält auf 28 Seiten ein reichhaltiges Angebot an in- und ausländischen Röhren und Einzelteilen aller Art. Besonders die Funkamateure und die Hi-Fi-Spezialisten werden manchen „seltenen Fang" machen, denn die Schrift nennt außerdem neben heute nur noch schwer beschaffbaren KW-Spezialempfängern auch zahlreiche Sonderartikel für den Phonofreund (Dietrich Schuricht, Bremen, Meinkenstraße 18).

Fachliteratur für Elektronik, Radio und Television ist der Titel eines 24seitigen Verzeichnisses, das nach Fachgruppen gegliedert ist und dem Praktiker schnell das richtige Buch für einen bestimmten Zweck empfiehlt (Radio-Versand Walter Arlt, Berlin-Düsseldorf).

HOLZINGER

Große Weihnachts-Überraschung

Komplettes mechanisches Chassis

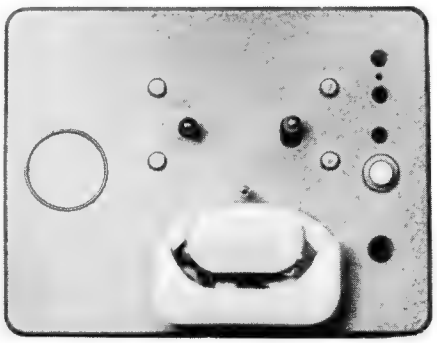


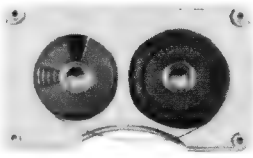
mit Motor
mit kombiniertem
Aufnahme-Wiedergabe-
und Löschkopf
mit technischen
Erläuterungen und
Schaltvorschlägen

nur 98.80

Tonband-Chassis „Musette"

Bandkassette dazu mit Band zum Sonderpreis von **nur 11.90**



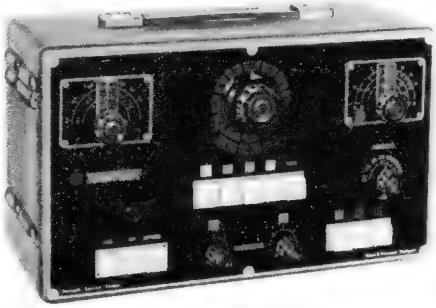


Dieses außerordentlich preiswerte, kleine und leichte Laufwerk ermöglicht den Bau eines guten und enorm billigen Tonband-Kassetten-Gerätes für 2 × 20 Minuten Laufzeit bei 9,5 cm/sec. Die Kassette enthält 90 m BASF-Langspielband. Die Mechanik wird von einer stabilen, geschmackvoll lackierten Aluguß-Grundplatte getragen. Der Bandtransport erfolgt durch Tonwelle mit Gummiandruckrolle. Angetrieben durch Asynchron-Motor über Friktion und best-ausgewuchteter Schwungmasse. Einbaumaße: 220 x 170 mm, -tiefe: 100 mm

Ein Qualitätslaufwerk – Ein unglaublicher Preis!

MÜNCHEN · MARIENPLATZ 21 · FERNSPRECHER 26241-42

Teletest



Der universellste Fernseh-Service-Sender

Ausgereifte, bewährte Konstruktion mit vielen besonderen Vorteilen, wie: Definierte Kanäle hoher Genauigkeit. Lückenloser Video-Zf-Bereich 16-45 MHz. Gedehnte Intercarrier-Frequenz 5,2-5,8 MHz. UKW-Eichfrequenz. + UKW-Zf 10,4-11,5 MHz. Hf-Ausgangsspannung regelbar. Normgerechte Bildmuster-Modulation. Prüfsignale für Prüfung und Reparatur aller Fernsehgeräte.

1-Standard TELETEST (FS-4) . . . . . DM 980.-

4-Standard TELETEST (FS-5) . . . . . DM 1180.-

Verlangen Sie Angebot und Prospekte über das TELETEST-, RADIOTEST- und TELEWATT-Programm.

KLEIN & HUMMEL

ELEKTRONISCHE MESS- UND PRÜFGERÄTE

STUTTGART · KÖNIGSTRASSE 41

RADIOGROSSHANDLUNG

HANS SEGER

REGENSBURG

Tel. 2080, Bruderwöhrdstraße 12

liefert zuverlässig ab Lager:

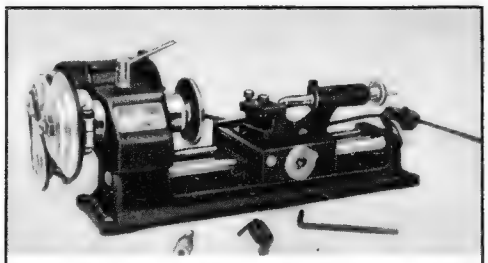
- **Rundfunk- und Fernsehgeräte**
- **Phonogeräte und Magnetophone**
- **Koffer- u. Autosuper, Musikschränke**

und alles einschlägige Radiomaterial folgender Firmen:

Blaupunkt Dual Ebner Emud **Graetz** Ilse Imperial Kuba

Loewe-Opta Lorenz Nora Philips **Saba** Schaub Siemens **Telefunken**

Der Radio-Fachhandel kauft beim Radio-Fachgroßhandel, seinem natürlichen Partner!



EMCO-UNIMAT

Universal - Kleinwerkzeugmaschine

DM 230.- Günstige Teilzahlung

kompl. Maschinensatz m. Motor o. Sonderzubehör

- Drehen
- Bohren
- Fräsen
- Drechseln
- Sägen
- Schleifen und Polieren
- Gewindeschneiden

Erhältlich im Fachhandel

Generalvertretung für Deutschland:

EMCO - Vertriebsgesellschaft m. b. H.

BAD REICHENHALL, KAMMERBOTENSTRASSE 3

Große Umsätze erzielt jedes Rundfunkgeschäft durch Verkauf des Geschenkbaukastens

DER JUNGE MARCONI

Baukasten im Geschenkkarton mit Röhre für Betrieb mit Taschenlampenbatterie, Kopfhörer, sowie allen Teilen für den Empfänger, dazu noch Lötkolben, Schraubenzieher, Draht, Zinn usw. mit Bauanleitung. Preis des Baukastens br. DM 18.50 (Händlerrabatt)

Prompte Lieferung durch: Nordfunk-Versand, Bremen, A. d. Weide 4/5

So eine Sache!

Fernseh - Rundfunk Elektrogeräte - Röhren und Zubehör, . . . alles aus einer Hand vom:

RA-EL Versand, Heinze-Großhdlg., Coburg, Fach 507 · Händler verlangen Lagerliste (Nachnahmeversand)

1.40: AZ 41. 2.40: EZ 40, EZ 80. 2.65: 1 S 5, DL 92, EC 92. 2.75: DF 91, DK 91, 3 Q 4, EAA 91, EB 41. 2.95: EF 41, EF 85, UF 41, 1 U 4. 3.20: EAF 42, EBC 41, 3 V 4, 6 BA 6, 25 L 6. 3.40: EF 80, DM 70, EL 41, EL 84, EL 90, 12 SQ 7. 3.50: DAF 96, DF 96, DK 92, 6 AU 6, EK 90. 3.55: ECH 81, PY 82. 3.60: DL 96, EM 4, EM 34 UAF 42, UL 41, 12 BE 6, 12 SK 7. 3.75: DK 96, AF 7, ECC 81, EBF 80, ECC 82, ECC 83, ECH 42, EF 42, UCH 42, 1 U 5. 3.85: EABC 80, EM 11. 3.95: EF 40, EF 89, EL 11, EM 80. 4.—: AF 3, EL 42, PL 82, PY 83. 4.10: ECC 85, ECC 91, 6 SN 7. 4.25: AL 4, ECC 40. EL 8, PCC 84, PCC 85, PL 83, PY 81, P 2000. 4.40: ECL 80, EM 85, EY 51. 4.55: ABC 1, EBL 21, UF 89. 4.75: EF 12. 4.95: DY 80, EF 43, PCF 82. 5.75: EBF 11, PL 81, UABC 80, UBF 11. 6.—: ECL 11, 6 AG 7. 6.10: ECH 3, EQ 80, HL 90, PABC 80, UBL 71. 6.30: ECH 12, UCH 5. 6.40: ABL 1, AK 2, EBL 71, ECH 11, EF 804, EL 12, 2 D 21. 6.75: ECL 113, UCH 11, UCL 11. 6.95: AD 1, AK 1. 7.35: ACH 1, UBL 1, 1374 d. 7.95: CBL 1. — **Original- oder industrieverpakt** — 6 Monate Garantie. Wiederverkaufspreise. Bei Aufträgen unt. 10.— DM Zuschlag v. —.50 DM.

JOH. SCHMITZ · L. f. R. Seibt Kundendienst

FÜRSTENFELDBRUCK · DACHAUER STR. 17

Transformatoren

für Netz, NF-Technik und Elektronik, Hi-Fi- u. Modulationsübertrager, Lautsprecherreparaturen. **Handwerkliche Qualitätsarbeit.** 20jährige Praxis.

ING. HANS KÖNEMANN

Rundfunkmechanikermeister

Hannover · Ubbenstraße 2

R 13 der UKW-Einbausuper

mit Ratiodet. für jedes Gerät – leichter Einbau – mit EC 92 – EF 94 – EF 94, 2 Germ.-Dioden . . . . . **DM 49.50**

PHÖNIX-Radiokoffer für Batterie und Netz, 4 Röhren, 6 Kreise, Ferritantenne, elegant mit Batterie . . . . . **DM 99.50**

Viele preisw. Haushalts- u. Elektroger., verlg. Sie Liste (Versand portofr.) durch

---

40% Rabatt

auf

GLÜHLAMPEN

LEUCHTSTOFFLAMPEN

STARTER

Markenware aus neuester Produktion

INTRACO GmbH

MÜNCHEN 15 · SCHILLERSTR. 35

Telefon 55461/62

(Nur an Wiederverkäufer)

Gleichrichter für alle Zwecke, typenmäßig und Sonderanfertigungen, **liefert in bekannter Qualität.** Einzelne Gleichrichtersätze und Trafos.

H. KUNZ, KG., Gleichrichterbau, **Berlin-Charlottenburg 4,** Giesebrechtstr. 10, Tel. 322169

„AKUSTIC"

Phono-Koffer

Einbau-Chassis Nr. 254

KURT SCHRÖDER
BERLIN-NEUKÖLLN, FINOWSTR. 27

Wußten Sie eigentlich schon . . .

. . . daß man mit dem Freilötkolben ERSA 30 mit nur 30 Watt alle Schaltverbindungen in der Funktechnik löten kann?

. . . daß dieser „Lötstift" nur 2 Minuten Anheizzeit braucht und nur 120 g wiegt?

. . . daß dieses moderne Lötgerät mit der praktischen Auflegescheibe nur 11.40 DM kostet?

Fragen Sie Ihren Fachhändler oder lassen Sie sich den interessanten Prospekt Nr. 131 C 1 kommen von

ERSA SEIT 1921

ERNST SACHS
ERSTE SPEZIALFABRIK ELEKTR. LÖTKOLBEN
BERLIN-LICHTERFELDE u. WERTHEIM-M

Kurzfristiges Sonderangebot

10 Röhren nach Wahl DM 30.—

DAF 91	6 AU 6
ECC 81	6 BE 6
ECL 80	12 AT 6
EL 41	12 BA 6
EL 84	12 BE 6
EM 4	12 SK 7
EM 34	12 SN 7
RV 12 P 2000	25 L 6
1 S 5	35 W 4
6 AQ 5	50 B 5
6 AT 6	

Fordern Sie unsere neue Preisliste.

EXPORT - IMPORT
GERMAR WEISS
FRANKFURT-M MAINZERLANDSTR. 148

An alle Rundfunk-Fachgeschäfte!

Sichern Sie sich ein zusätzliches Weihnachtsgeschäft, welches sich auch noch in der stilleren Zeit nach Weihnachten auswirkt. Näheres durch

EUGEN WEBER · Spezialfabrikation
Stuttgart-Untertürkheim · Stubaierstraße 49

Vertreter überall gesucht!

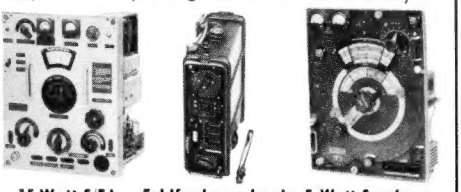
Reparaturen an Meßinstrumenten
werden preiswert und fachmännisch ausgeführt!

Völkner

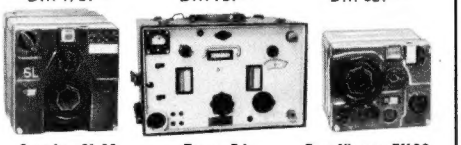
BRAUNSCHWEIG · ERNST-AMME-STRASSE 11

Achtung Funkamateure

Verkauf ehem. Wehrmachts-Nachrichtengeräte
(Auszug aus der November-Liste)



15 Watt S/E b 3000-7500 kHz DM 175.—
Feldfunksprecher b 99-110 MHz DM 95.—
5-Watt-Sender a 0,9-3,1 MHz DM 85.—



Sender SL 10 300-3000 kHz DM 25.—
Torn. E b 100-7000 kHz DM 75.—
Empfänger EK 10 3000-6000 MHz DM 55.—

Ausführliche Listen erhältlich über:
A-Liste (Amateurgeräte, Zubehör)
B-Liste (Behörden und Industriebedarf)
F-Liste (Fernsprechgeräte, Wählerzentralen)
FL-Liste (Flugzeugmaterial, Bordgeräte)
Fragen Sie unverbindlich an oder besuchen Sie uns.

FEMEG MÜNCHEN
Augustenstraße 16
Telefon 59 35 35

WILHELM PAFF
Lötmittelfabrik · Wuppertal-Barmen

TA 6 das preisw., zuverl. Tastaggregat mit Aus, KW, MW, LW, Phono u. UKW-Teil 20×13×6 cm **DM 22.80**

Box III der Vorstufen-UKW-Teil mit Vorkreisen, Zwischenkreisen, Oszillator und Bandfilter für 10,7 MHz, L-Variometer, einfache Montage (für ECC 85) **DM 19.50**
und viele andere Radiobauteile in unserer Liste
(Händler erhalten Rabatte)

DREIPUNKTE-GERÄTEBAU
Willy Hütter, Nürnberg-O

Achtung Bastler!
Günstige Gelegenheit!

Gebrauchte Apparate
verkauft billig,
verlangen Sie Angebot
RADIO-RÖSSLER
Marbach/Neckar

Lautsprecher-Reparaturen
erstklass. Ausführung, prompt und billig
20jährige Erfahrung
Spezialwerkstätte
HANGARTER · Karlsruhe
Erzbergerstraße 2a

Neumüller

SONDERANGEBOT!

DK 91 = 1R5 2.30 DM
Original BRIMAR in Einzelkarton

NEUMÜLLER & CO. GMBH. MÜNCHEN 2
Lenbachplatz 9 (Viktoriahaus)

Für Fernsehgeräte neu entwickelter **Magnetischer Spannungsgleichhalter**

Sinuskurve, Klirrfaktor besser 3%, Konstanz besser 1%, ohne 3. und 5. Oberwelle

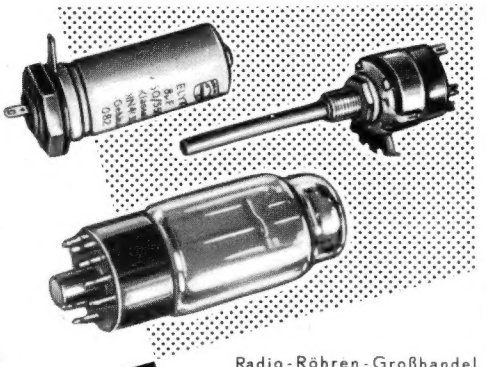
Type **MSG 175 F**, 100 . . . 200 W • Magn. Spannungsgleichhalter in Typen 20 . . . 2000 W, **ohne** u. **mit** Sinus-Kurvenformer. **Hochkonstant-Netzgeräte** m. elektron. Regelung f. ± 0,1% u. ± 0,01%.

STEINLEIN REGLER UND VERSTÄRKER
DÜSSELDORF · ERKRATHER STR. 120 · TEL. 73811

ARGENTINIEN

Radio-Fachgeschäft mit Importgenehmig. sucht **Verbindung mit Herstellern** von Radio-Ersatzteilen, Lautsprechern, Plattenspiel. usw. zwecks Eigenkauf und Vertretung. Angebote erbeten an

D. R. F. N., C. C. 5
Suc. 30
Buenos Aires (30) Argentina



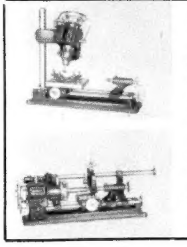
Radio-Röhren-Großhandel
H · KAETS
Berlin-Friedenau
Niedstraße 17
Tel. 83 22 20 · 83 30 42

MIT KAETS BESSER GEHT'S

TRANSFORMATOREN

Serien- und Einzelanfertigung aller Arten
Neuwicklungen in drei Tagen

Herbert v. Kaufmann
Hamburg-Wandsbek 1
Rüterstraße 83

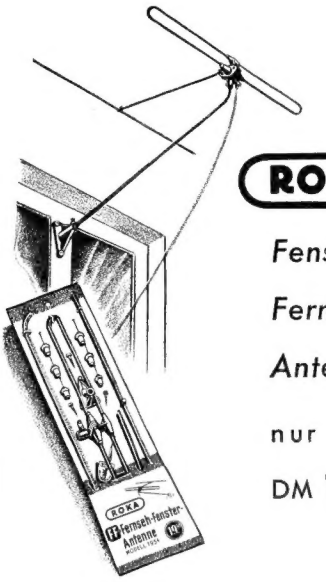


EMCO-UNIMAT

die Universal-Kleinwerkzeugmaschine für den Funkpraktiker. . . . . **DM 230.-**
Verlangen Sie Prospekt U 32 und Tz-Bed.

Wichtig für Firmen:
per 31. 12. 1955 noch voll abschreibbar.

Konrad Sauerbeck
Mira-Geräte u. funktechnischer Modellbau
Nürnberg, Hohfederstraße 8, Tel. 5 12 66



ROKA

Fenster-
Fernseh-
Antennen

nur

DM **19.50**

ROKA ROBERT KARST
BERLIN SW 29 · Gneisenaustraße 27

Die DEUTSCHE PHILIPS GMBH., Hauptniederlassung Hamburg, sucht für Hamburg und verschiedene Großstädte Westdeutschlands

PHILIPS

Jung-Ingenieure

der Fachrichtung HF und erfahrene

Rundfunk-Mechaniker

zum sofortigen oder späteren Eintritt.

Erbeten sind Bewerbungen von verantwortungsbewußten Fachkräften, die auf Grund guter theoretischer und praktischer Kenntnisse in der Lage sind, übertragene Service-Aufgaben der Meß- und Reparatur-Technik zu lösen.

Interessenten bitten wir, sich vorerst nur schriftlich unter Beifügung eines handgeschriebenen Lebenslaufes, von Zeugnisabschriften und eines Lichtbildes zu wenden an:

DEUTSCHE PHILIPS GMBH., Hauptniederlassung Hamburg 1
Mönckebergstraße 7

Gleichrichter-Elemente

und komplette Geräte liefert

H. Kunz K. G.
Gleichrichterbau
Berlin-Charlottenburg 4
Giesebrechtstraße 10

Die Qualitäts-Schallplatte mit dem niedrigen Preis

DM **2.85** brutto

HANS DATZ Ing.
Radio- u. Elektrogroßhandlung
AMBERG/OBERPFALZ

2-3 Hochfrequenz-Ingenieure

vertraut mit Entwurf und Versuch in elektronischen Schaltungen zum möglichst baldigen Eintritt für aufbaufähige Stellungen gesucht. Bewerber mit Praxis auf dem Gebiete des elektronischen Rechnens werden bevorzugt.

Angebote mit allen üblichen Unterlagen und Angabe der Gehaltswünsche erbeten unter 6025 A an die Expedition der Funkschau.

Zwei Rundfunktechniker

mit. mögl. abgeschlossener Lehre in leistungsfähiges Radiogeschäft ins Allgäu (zwischen Bodensee und Alpenkette) gesucht. Gute Weiterbildung möglich

Angebote unter Nr. 301

Entwicklungs-Ingenieur

Fachrichtung Elektronik und Elektroakustik 35 J., verh., ungekünd., sucht passenden Wirkungskreis.

Angebote unter 6024 E

KLEIN-ANZEIGEN

Anzeigen für die FUNKSCHAU sind ausschließlich an den FRANZIS-VERLAG, (13b) München 2, Luisenstraße 17, einzusenden. Die Kosten der Anzeige werden nach Erhalt der Vorlage angefordert. Den Text einer Anzeige erbitten wir in Maschinenschrift oder Druckschrift. Der Preis einer Druckzeile, die etwa 25 Buchstaben bzw. Zeichen einschl. Zwischenräumen enthält, beträgt DM 2.—. Für Zifferanzeigen ist eine zusätzliche Gebühr von DM 1.— zu bezahlen.

STELLENGESUCHE UND -ANGEBOTE

Rundfk.- u. Fernsehmech., 21 J., led., Führersch. Kl. III, in ungek. Stelle, sucht sich zum 1. 1. 56 zu veränd. Angeb. unt. Nr. 6019 B

Ferns.- u. Radiomech., 36 J., verh., Führerschein I u. III, vollk. selbst. arbeit., auch auf Randgebieten, mit eig. Ideen, wünscht sich zu veränd. Ang. u. 6026 F

Bordfunker, 27 Jahre, verh., sucht Landstellg. Seefunkzeugnis 2. Kl. (Hauptzeugnis), Mittelschulabschluß, techn. Kenntnisse, Führerschein u. eigner Wagen vorhanden. Zuschriften unter Nr. 6027 W erb.

VERKAUFE

Wehrm.-Sender-Empfänger - Material verkauft: Herm. Ferring, Oberhausen/Rheinland, Grenzstraße 36

Gelegenheitskauf! Meßsend. SMF, neuw., billig abzugeb. Angeb. unt. Nr. 6017 R

Rundfunkfachgeschäft i. Raum Braunschweig/Hannover zu verkauf. Jahresumsatz 80 000 bis 100 000 DM. Angebote unt. Nr. 6020 L

SUCHE

Nf - Kraftverstärker mind. 200 W, ges. ETL Stuttgart, Mönchhaldenstraße 129

Labor-Meßgeräte usw. kft. lfd. Charlottenbg. Motoren, Berlin W 35

Druckkammersysteme, University 25 W, zu kaufen ges., a. defekt. Phonola, Marburg/L.

Radio-Röhren, Spezialröhr., Senderöhr. geg. Kasse z. kauf. gesucht. **Krüger,** München 2, Enhuberstraße 4

Suche Quetscher 500 pF und Röhren aller Art, VE-Dyn-Trafos. TEKA, Weiden/Opf., Bahnhofstraße 5

Kaufgesuch! Nf-Oszillograf, Philips, AEG, Kippfreq. bis 20 kHz, Eingangsempf. 1 m Veff/cm. Angeb. u. Nr. 6028 S

VERSCHIEDENES

Nachrichten-Ing. übernimmt Verdrahtung u. Aufbau von Hf- und Elektronik - Bauteilen sow. Zeichnungen. Angebote unt. Nr. 6018 K

Suche Tonfilmprojektor oder Lichttongerät für Siemens-Standard-Projektor 16 mm.

Biete Lorenz-15-Watt-Allzweck - Verstärker, neuw., LVAB 15A, mit Garantie, neuw. oder gebrauchte Rundfunkgeräte, große perm.-dyn. Lautsprecher od. ähnlich. nach Wunsch. Angeb. unt. Nr. 6016 H

Mittleres Kondensatorenwerk in Ost-Westfalen sucht erfahrenen

MEISTER

für die Elektrolyt- und Papierkondensatorenfertigung

Bewerbungen m. handgeschr. Lebensl., Lichtbild u. Zeugnisabschr. sind zu richten unt. Nr. 6004 W

Führendes Fernseh-Fachgeschäft in Dortmund sucht einen

Rundfunkmechanikermeister

und **Fernseh-Techniker** *bei Spitzenlohn und Dauerstellung in modern eingerichtetem Betrieb.*

Bewerbung. mit den üblichen Unterlagen unter Nr. 6021 R

Lautsprecher und **Transformatoren**

repariert in 3 Tagen gut und billig

RADIO ZIMMER

SENDEN / Jller

Für **sofort** oder bis 1. Januar 1956 jüngeren, selbständigen Rundfunk- und Fernsehtechniker in guteingerichtete Werkstätte, in nordwürttembergischer Kreisstadt, gesucht. Gewünscht wird ferner gutes Verkaufstalent, sowie gute Umgangsformen und möglichst Führerschein Klasse III. Angebote mit Gehaltsansprüchen sind zu richten an:

Elektra Stahl & Remmler Rosenberg/Baden

RUNDFUNK-MECHANIKER

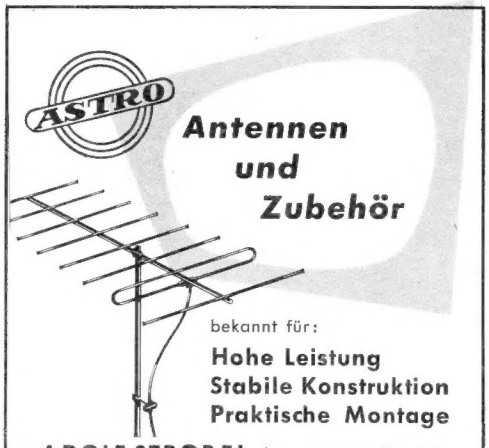
jung, strebsam, ledig (in ungekündigter Stellung), mit erstklassigen Umgangsformen, sucht ausbaufähige **Dauerstellung** – auch im Auslande – wenn möglich Labor. Abgeschlossene Lehrausbildung, sowie Fachkenntnisse in Fernmeldetechnik. Englische Sprachkenntnisse vorhanden. Angebote erbeten unter 6023 S.

Wegen Todesfall gebe ich folgende Geräte preisgünstig ab:

1 Oszillograph, 1 Schallplattenschneidegerät, 2 Tonbandgeräte, 1 Tonsäule, 1 40-W-Mischpultverstärker, 2 Tauchspulenmikrofone, 1 Konzertlautsprecher, 1 Meßsender und noch div. Kleinteile als komplette Studio-Einrichtung oder auch einzeln.

Ich suche einen Herrn, welcher mit den Unterlagen meines Mannes das Schultonstudio weiterführt.

R. MÜLLER, Kulmbach Ziegelhütten 59 1/2 b. Ramming



bekannt für:

Hohe Leistung
Stabile Konstruktion
Praktische Montage

ADOLF STROBEL Antennen und Zubehör
(22a) Bensberg Bez. Köln

Schallplatten-Fachgeschäft

moderne Einrichtung, 3 Kabinen, Schallplattenbar, mit großem Kundenstamm auf dem Jazz-Sektor in Großstadt Niedersachsens zu verkaufen. Modernes Plattenlager ca. 10 000.– DM muß übernommen werden. Erforderliches Kapital 20 000.– DM. Angebote unter Nr. 6022 F

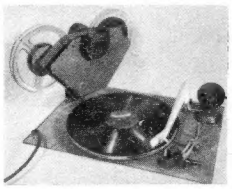
Röhren Hacker

GROSSVERTRIEB

IMPORT EXPORT

Röhren- u. Material-Sortimenter für den Fachhandel
BERLIN-NEUKÖLLN, SILBERSTEINSTR. 5/7
Röhren-Angebote stets erwünscht!

Neu!



Aufsetzer hochgeklappt als Plattenspieler!

Baumappe für Tonband-Adapter, verwandelt jeden normalen Plattenspieler in ein modernes Tonband-Gerät für Aufnahme und Wiedergabe im Doppelspurverfahren. Das Gerät kann auch für die Vertonung von Schmalfilmen 8 mm, 9,5 mm und 16 mm benutzt werden. Hohe Synchronisation von Sprache und Musik. **Baumappe DM 3.50** plus Porto. **Bausätze ab DM 49.-.** Prospekt frei.

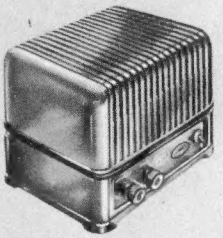
EUGEN WEBER · Spezialfabrikation

STUTTGART-UNTERTÜRKHEIM · STUBAIER STR. 49

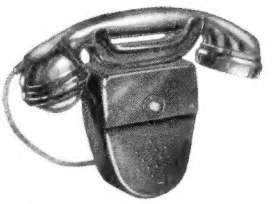
Preisgünstige Materialien

Precise Universal-Voltmeter

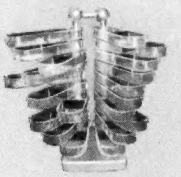
Universelles Standard-Meßgerät f. Laboratorien, Prüffelder, Reparaturwerkstätten der Radio- u. Hochfrequenztechnik bzw. der gesamten Elektrotechnik ..... DM **198.—**
Zusätzlich lieferbar: Hf-Tastkopf mit Germanium-Diode für Messungen 250 MHz.



Lorenz-Allzweckverstärker, 15 Watt, mit Röhren u. 6 Monate Garantie, originalverpackt.
Sonderpreis ..... DM **129.50**



Haustelefon, fabrikneu, mit Werksgarantie, lieferbar als Wand- od. Tischstation ..... DM **49.50**
Für den gegenseitigen Verkehr, mit Gabelumschaltung, Reichweite bis 300 Meter. Stromquelle 3 bis 6 Volt. A- und B-Station.



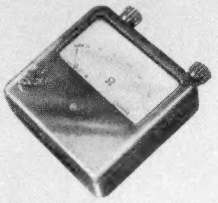
Modell C für 40 Kleinteile-Sorten DM **37.80**

Modell B für 24 Kleinteile-Sorten DM **24.60**

Modell A für 24 Kleinteile-Sorten DM **24.60**

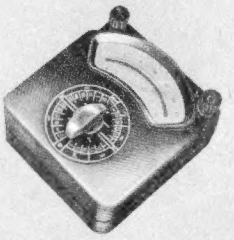
Vollkommen neuartige Lösung des Problems der griffbereiten und übersichtlichen Aufbewahrung von Klein- u. Kleinstteilen in schwenkbaren Kästen aus glasklar. Plastic.

RS 285, 1,2-kW-Sendetriode DM **55.—**

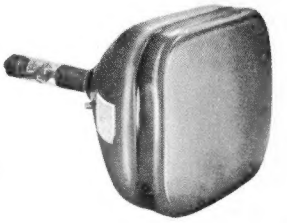


Ohmmesser (Drehspulmeßwerk)
3 umschaltbare Bereiche. 1 K. 10 K. 10 K.Ohm, mit Prüfspitzen, fabrikneu **29.50**

Universal-Meßgerät
für Gleich- und Wechselstrom mit 28 Meßbereichen. Der kleinste Strommeßbereich ist 1,5 mA, der größte 6000 mA. Der kleinste Spannungsmeßbereich ist 1,5 V, der größte 600 V. Innenwiderstand bei Gleichspannung 20 000 Ω/V u. bei Wechselspannung 1000 Ω/V. Meßgenauigkeit ± 1%. Fabrikneu, mit Garantie, zum Preise von DM **88.—**



Universal-Meßgerät
für Gleich- und Wechselstrom, mit 24 Meßbereichen. Der kleinste Strommeßbereich ist 3 mA, der größte 6000 mA. Der kleinste Spannungsbereich ist 1,5 V, der größte 600 V. Eigenwiderst. 333 Ω/V. **68.50**



AR 40 Fernseh-Bildröhre (Rechteckform) mit Ionenfalle, 40er Schirm-Ø, fabrikneu, Markenfabrikat im Garantiekart., Sonderpr. DM **75.—**

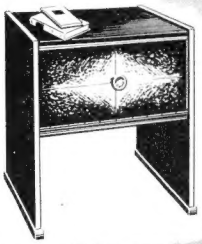
Alle Materialien sind fabrikneu und haben die übliche Garantie. Prospektmaterial steht auf Anforderung zur Verfügung.

Radio-Fett

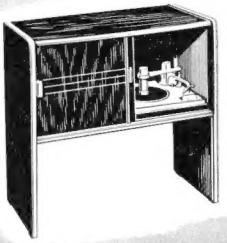
Berlin-Charlottenburg 5, Wundstraße 15 und Kaiserdamm 6
„Berlins größter Röhren-Sortimenter"

Sonderangebote

Phono- und Musikschränke

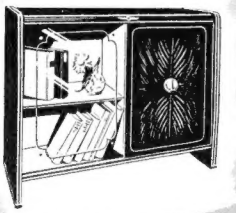


Kleinstvitrine mit 3 tourigem Plattenspieler DM **69.50**



Kleinvitrine mit 10-Platten-Wechsler DM **119.—**

Plattenspielschrank mit 10-Platten-Wechsler . . . DM **149.—**



Plattenspielvitrine mit 10-Platten-Wechsler Acellapolsterung und Spiegelbar . . DM **189.—**

Nettopreise!

Restposten Radio Serie 54155 preisgünstig

Prospekte kostenlos und unverbindlich

Musikschrank m. 3 tour. Plattenspieler Markensuper 56, 2 Lautsprecher DM **295.—**

Musikschrank mit 10-Platten-Wechsler, Markensuper 56, 2 Lautsprecher ..... DM **380.—**

3 D-Musikschrank mit 10-Platten-Wechsler, Markensuper 56, 4 Lautsprecher ..... DM **490.—**

3 D-Musikschrank mit 10-Platten-Wechsler, Markensuper 56, 6 Lautsprecher ..... DM **528.—**

v. SCHACKY UND WÖLLMER ELEKTROAKUSTIK UND RUNDFUNKTECHNIK
München 19 Lachnerstraße 5 Telefon 6 26 60

FERNSEH-RÖHREN

Fernseh-Bildröhren

MW 36-44	36 cm Bildröhre
MW 43-64	43 cm Bildröhre
MW 43-69	43 cm Bildröhre mit metallhinterlegtem Schirm
MW 53-20	53 cm Bildröhre mit metallhinterlegtem Schirm

Fernseh-Empfängerröhren

PABC 80	Ton-Demodulation, NF-Verstärkung
PCC 84	Cascodeverstärker
PCC 85	Mischstufe und Oszillator
PCF 80	Mischstufe, ZF-Verstärkung, Amplitudensieb, Sperrschwinger, Multivibrator, Video-Endstufe
PCF 82	Mischstufe, ZF-Verstärkung, Amplitudensieb, Multivibrator
PL 81	Horizontal-Ablenk-Endstufe
PL 82	Vertikal-Ablenk-Endstufe, Ton-Endstufe
PL 83	Video-Endstufe
PY 81	Boosterdiode
PY 82	Netzgleichrichter
EAA 91	Video- oder Ton-Demodulator, Phasenvergleichstufe
ECC 82	Sperrschwinger, Multivibrator
ECL 80	Sperrschwinger, Vertikal-Ablenk-Endstufe, Amplitudensieb, Ton-Endstufe
EF 80	Bild- und Ton-ZF-Verstärkung, Video-Verstärkung
EY 86	Hochspannungsgleichrichter
DY 86	Hochspannungsgleichrichter

VALVO

HAMBURG 1 · BURCHARDSTRASSE 19

111 255 / 102

212 a
Bez. 15
Schimmel Hans W.,
Tal 1c/4 Tks.